

ANNALES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DE LA

RECHERCHE AGRONOMIQUE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FACTEURS PROVOQUANT L'APPARITION DES FORMES AILÉES ET SEXUÉES CHEZ LES APHIDINÆ

par

L. BONNEMAISON

Directeur de Recherches
à la Station centrale de Zoologie agricole

PLAN DU MÉMOIRE

DEUXIÈME PARTIE

Facteurs d'apparition des virginipares ailés.

TROISIÈME PARTIE

Facteurs d'apparition des formes sexuées.

QUATRIÈME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

AVANT-PROPOS

Les Aphides peuvent figurer parmi les insectes les plus nuisibles à l'Agriculture; ils entravent par leurs piqûres la croissance des plantes et secrètent un miellat qui provoque parfois l'altération des feuilles et des tiges; ils constituent aussi les vecteurs les plus importants des maladies à virus des plantes. L'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les *Aphidinæ* présente, par conséquent, un grand intérêt, tant du point de vue de la Biologie générale que du point de vue économique.

Ce travail a été présenté le 23 février 1950 comme sujet de thèse de Doctorat ès sciences naturelles devant la Faculté des Sciences de l'Université de Paris et jugé par MM. les Professeurs Grassé, Drach et Gallien.

M. P. P. Grassé, membre de l'Institut, a bien voulu s'intéresser à mes recherches et accepter la présidence du jury; qu'il me permette de lui exprimer ici toute ma gratitude.

A M. le Professeur E. Roubaud, qui a présenté à l'Académie des Sciences plusieurs notes se rapportant à cette étude, j'adresse mes vifs remerciements.

Je remercie également M. Trouvelot, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole, qui a mis des aides de laboratoire à ma disposition et m'a donné de grandes facilités de travail.

INTRODUCTION

Le cycle évolutif très particulier des Aphides a donné lieu à de nombreux travaux qui ont été remarquablement analysés par Mordwilko (1907) et, plus récemment, par Vandel (1930).

Afin de faciliter la compréhension de ce travail, il nous a paru nécessaire de préciser quelques données, et en particulier les termes utilisés pour désigner les diverses formes présentées par les Aphides, ceux-ci variant quelque peu suivant les auteurs.

Les Aphidiens se divisent en quatre familles principales : *Aphididæ*, *Eriosomatidæ*, *Phylloxeridæ* et *Chermesidæ* qui diffèrent profondément les unes des autres non seulement par leur morphologie, mais aussi par leur biologie ; il ne sera étudié dans ce travail que quelques Pucerons appartenant à la famille des *Aphididæ* et à la sous-famille des *Aphidinæ*.

Le cycle évolutif général de cette famille est le suivant : les Aphides sexués *(Sexuales)* apparaissent en automne, les mâles étant généralement ailés et les femelles aptères. Les femelles fécondées pondent un petit nombre d'œufs (1 à 8), que l'on qualifie d'*œufs d'hiver*, parce qu'ils n'éclosent qu'au printemps suivant en donnant naissance à des femelles, appelées *fondatrices (Fundatrix)*, presque toujours aptères.

Les fondatrices engendrent par parthénogénèse des Pucerons aptères *(Fundatrigeniæ apteræ)*, ou ailés *(Fundatrigeniæ alatæ)*, et parfois les deux en mélange. Les *Fundatrigeniæ* produisent des Pucerons aptères ou ailés, ou les deux formes.

Il apparait, généralement en automne, des Pucerons que l'on qualifie de sexupares *(Sexupara) ;* les uns sont ailés et produisent des femelles sexuées, les autres sont aptères et produisent des mâles.

Certaines espèces d'Aphides passent toute leur existence sur la même espèce de plantes (espèces monœciques) ; pour d'autres, le cycle évolutif comprend le passage, obligatoire ou non, sur deux hôtes successifs (espèces diœciques). Dans ce dernier cas, on appelle *hôte primaire* ou principal, la plante sur laquelle se développent les sexuales et qui reçoit les œufs d'hiver, et *hôte secondaire* ou intermédiaire, la ou les plantes qui hébergent les Pucerons pendant la belle saison.

Pour les espèces non migrantes, les Pucerons ailés assurent simplement la dissémination de l'espèce sur des plantes identiques ou très voisines de celles sur lesquelles ils ont vécu. Par contre, pour les formes migrantes, les *Fundatrigeniæ alatæ* se portent sur l'hôte secondaire qui diffère profondément de l'hôte primaire. Ces femelles parthénogénétiques ailées, qui ont reçu des noms divers : *Migrans alatæ*, *Migrantes*, *Emigrantes*, produisent pendant toute la belle saison plusieurs générations de Pucerons aptères *(Émigrés aptères, Exsules apteræ, Virginipares aptères)* ou ailés *(Emigrés ailés, Exsules alatæ Virginipares ailés)*.

P. MARCHAL appelle *Sedentes alatæ* les ailés gallicoles qui migrent sur une autre plante-hôte primaire au lieu d'aller sur l'hôte secondaire (cas d'*Erisoma Patchæ*). MORDWILKO désigne sous le nom de type *anolocyclique* le cycle incomplet limité à la plante intermédiaire et type *holocyclique*, le cycle normal, comportant deux hôtes successifs.

Parmi les espèces migrantes, deux catégories, aux limites des plus arbitraires, peuvent être distinguées : les espèces à *migration absolue* et les espèces à *migration facultative.*

Les espèces à migration absolue se caractérisent par le départ au printemps de tous les Aphides hébergés par l'hôte primaire; c'est le cas de *Sappaphis plantaginea* Pass (*Dentatus Malicola* Mordw.), *Rhopalosiphum cratægellum* Theobald, *Rhopalosiphum nympheæ* L., *Myzus cerasi* F., *Anœcia corni* F., *Phorodon humuli* Shr., *Pemphigus bursarius* L., *P. filaginis* Fonsc. *Tetraneura ulmi* L., *Tetraneura pallida* Hal., *Eriosoma lanuginosum* Hartig, *E. ulmi* Gmelin, *Colopha compressa* Kich, etc.

La migration facultative s'observe chez *Aphis fabæ* Scop. L., *Macrosiphum rosæ* L., *Eriosoma Patchæ* Borner et Blunck, etc. Les *Fundatrigeniæ alatæ* qui se développent sur les plantes-hôtes primaires migrent, dans certains cas, les unes sur les plantes-hôtes secondaires, les autres sur d'autres plantes-hôtes primaires, de sorte qu'une partie des Aphides évolue toute l'année sur l'hôte primaire.

En règle générale, les formes aptères sont notablement plus nombreuses que les formes ailées; cependant, on ne connaît, pour certaines espèces, que des virginipares ailés (*Drepanosiphum platanoïdes* Schrank, *Callipterus tiliæ* L., *Callipterus juglandis* Frich, *Chromaphis juglandicola* Kalt). La fondatrice d'*Anuraphis cratægi* Kalt donne exclusivement naissance à des *Fundatrigeniæ alatæ* qui migrent sur diverses ombellifères.

Les femelles sexuées sont presque toujours aptères; celles des genres exotiques *Cervaphis*, *Tamalia*, *Neophyllaphis* sont ailées.

Les mâles des *Aphididæ* sont le plus souvent ailés, mais on connaît des mâles ailés et aptères chez quelques espèces : *Aphis pomi* de Geer, *Acyrthosiphon pisi* Kalt, *Chaitophorus populi* L.

Il existe donc pour les Aphides, outre le polymorphisme caractéristique du sous-ordre, un polymorphisme propre à certaines espèces.

Les formes sexuées n'apparaissent pas d'une manière constante. On sait que les sexués naissent généralement en automne et que les Aphides ne persistent qu'à l'état d'œufs pendant la mauvaise saison. Dans les régions méridionales, certains Pucerons peuvent persister uniquement sous la forme de virginipares aptères, plus rarement ailés, ou à la fois sous la forme d'œufs et de virginipares. Dans les contrées à hiver rigoureux, *Aphis fabæ* Scop. migre en automne sur *Euonymus europæus* et *Viburnum opulus;* dans le Midi de la France et parfois dans le bassin parisien, lorsque l'hiver est doux, le Puceron se maintient sous la forme de virginipare. Il en est de même pour le Puceron cendré du Chou (*Brevicoryne brassicæ* L.).

Il est des espèces où les formes sexuées sont inconnues ; tel est le cas du Puceron noir du Pêcher, *Anuraphis persicæ* Fonsc. qui forme des colonies extrêmement denses sur le Pêcher et le Prunier dans toute l'Europe, l'Asie centrale et sur le pourtour du Bassin méditerranéen. Même sous les climats les plus rigoureux, cette espèce se maintient uniquement, semble-t-il, sous la forme de colonies de virginipares aptères, qui gagnent les racines des plantes au début de l'hiver.

A. — **Facteurs d'apparition des formes ailées.**

Dès 1695, Leeuwenhoek soupçonna la reproduction parthénogénétique chez les Aphides ; ses observations portèrent sur plusieurs espèces et plus spécialement sur un Puceron se développant sur *Ribes* sp. N'ayant pu trouver de mâle, il fut amené à suggérer que les jeunes larves vivipares étaient produites par des individus hermaphrodites. Réaumur (1737) fit des observations identiques : il ne put observer de mâle, mais persuadé que la fécondation est indispensable au développement de l'embryon, il assura que les mâles devaient exister. C'est à Charles Bonnet (1745-1748) que revient le mérite d'avoir démontré le phénomène de la parthénogénèse chez ces insectes ; il éleva isolément plusieurs générations successives du « Puceron du Sureau », du « Puceron du Fusain » et du « Puceron du Plantain » et démontra ainsi que les mâles n'étaient pas nécessaires. Il observa des mâles chez le « Puceron de l'Avoine » et la fécondation des femelles sexuées ; il nota que ces femelles produisaient des œufs et non des larves.

De Geer a signalé, en 1771, qu'une femelle ovipare ne donne que des œufs, qu'une femelle vivipare engendre uniquement des larves et que, chez *Lachnus pini* et *Aphis rosæ*, les individus vivipares se trouvent durant la belle saison et les formes ovipares seulement en automne.

Les premières expériences sur la reproduction vivipare des Aphides furent faites par Kyber (1815) avec *Aphis rosæ*. Quelques années plus tard, Duvau (1825) put élever en sept mois onze générations vivipares consécutives qui furent suivies d'une génération ovipare.

Morgan, en 1865, et Keller, en 1887, ont expliqué l'apparition des formes ailées chez *Phylloxera vastatrix* par une *déficience de nourriture.*

L'action de différents sels sur l'apparition des ailés a été signalée pour la première fois par W. T. Clarke (1903) et confirmée par Neils (1912) et Shinji (1918).

Mordwilko (1907) a observé qu'un grand nombre de femelles ailées apparaissent lorsque la plante-hôte se dessèche naturellement ou artificiellement et que les aptères se trouvent, au contraire, sur les plantes vigoureuses ; l'action de l'alimentation peut être complétée par certaines conditions de température. La même année, Tannreuther a émis l'opinion que la production des formes ailées est favorisée par une nourriture abondante.

D'après Baker et Turner (1916), une nourriture même très pauvre, n'a pas favorisé la production des descendants ailés chez *Aphis pomi* de Geer et un grand nombre d'ailés sont apparus sur des rameaux vigoureux.

Une forte densité des Pucerons en un point de la plante entraîne une *surpopulation* locale favorable à la production des formes ailées (Davidson, 1914-1921-1929 ; Ackermann, 1926 ; Reinhard, 1927). L'action de ce facteur a été niée par Baker et Turner (1916), Rivnay (1937), Smith (1937), Schaeffer (1938).

Quelques auteurs ont attribué à des *facteurs internes* une importance considérable sur l'apparition des formes ailées. Klodnitski (1912) a remarqué que les virginipares ailés placés dans les mêmes conditions que les virginipares aptères engendrent beaucoup moins d'ailés que les aptères. Ce fait a été confirmé par Gregory (1917), Shull (1918), Davidson (1912), Wadley (1923), Ackermann (1926).

La *température* a été un des facteurs les plus fréquemment invoqués pour expliquer l'apparition des formes ailées. Ewing (1916) a élevé *Aphis avenae* Fab. à des températures constantes de 60° F, 70° F, 80° F et 90° F ; le pourcentage d'ailés obtenus a été de 100 p. cent à 60° F, de 15,1 p. cent à 70° F, de 69,6 p. cent à 80° F. Wadley (1923) a fait des expériences identiques avec le même Aphide. Les résultats obtenus diffèrent notablement de ceux d'Ewing. Le pourcentage d'ailés a été de 15,1 p. cent à 62° F, de 1,3 p. cent à 65° F, de 2,3 p. cent à 70° F, de 6,5 p. cent à 80° F.

Ackermann (1926) a également utilisé ce Puceron, et ses conclusions ne concordent pas avec celles des deux auteurs précédents ; les températures constantes de 14°, 16°, 24° et 26° provoquent un pourcentage élevé d'ailés à l'inverse des températures de 18° et 20°.

Shull a publié un grand nombre de travaux portant sur *Macrosiphum solanifolii* Patch. Il a recherché en particulier (1935) si le séjour des Pucerons pendant 8 h par jour à 14° et 16 h à 24°, ou inversement, exerçait une influence sur le développement des formes ailées ; il résulte de ses essais que l'alternance de température produirait une proportion d'ailés légèrement inférieure à celle obtenue par l'élevage à des températures constantes.

L'influence de l'*humidité* a été étudiée par Reinhard (1927) avec *Aphis gossypii* Glover : une humidité relative inférieure à 40 p. cent provoque un retard du développement, mais n'influence pas la proportion des ailés.

Rivnay (1937) a attribué le développement des bourgeons alaires de *Toxoptera aurantii* Boy. à un déséquilibre entre le rapport de la teneur en eau des tissus de l'insecte et l'humidité relative de l'air environnant ou à la plus ou moins grande concentration de la sève.

Shull (1935) a élevé *Macrosiphum solanifolii* à des températures de 24° et 14°, combinées avec une *lumière* artificielle permanente et une

lumière artificielle pendant 8 h par jour ; il a constaté que la proportion d'ailés était beaucoup plus élevée dans les lots soumis à un éclairage continu que dans ceux illuminés pendant 8 h par jour.

B. — Facteurs d'apparition des formes sexuées.

KYBER (1815) opérant avec *Macrosiphum rosæ* L. et *Rhopalosiphum dianthi* Schr. (*Myzus persicæ* Sulz) a montré que la reproduction sexuée n'est nullement indispensable au maintien de l'espèce. Il a pu élever en quatre années 50 générations successives de virginipares de *M. rosæ* en plaçant, pendant la période hivernale, des rosiers dans une pièce chauffée et a remarqué que le même Puceron, en plein air, produisait régulièrement des sexués chaque année. Il a signalé aussi que les formes sexuées peuvent apparaître dès le milieu de l'été pour certaines espèces de Pucerons se développant sur des plantes qui se dessèchent précocement ou dont les tissus se lignifient. L'apparition des sexués fut retardée par le transport de Pucerons prélevés sur des plantes en cours de dessèchement sur des plantes en pleine croissance ; elle fut accélérée par des conditions défavorables de température et d'alimentation. Ces observations conduisirent KYBER à formuler l'hypothèse que l'apparition des sexués est liée à une *diminution de la quantité et de la qualité de la nourriture.*

Ce n'est qu'en 1893 que des expériences du même ordre furent entreprises par SLINGERLAND, qui obtint 62 générations successives de *Myzus achyrantes* Monell (*Myzus persicæ* Sulz.) en deux ans et dix mois.

Entre temps, diverses études avaient montré les grandes différences d'ordre anatomique existant entre les Pucerons ovipares et les Aphides vivipares. En 1833, L. DUFOUR a signalé que les femelles ovipares sont pourvues de glandes sébifiques qui n'existent pas chez les femelles vivipares. Quelques années plus tard, SIEBOLD (1839) a constaté que les gaines ovariques des femelles vivipares diffèrent de celles des femelles ovipares ; il a émis l'hypothèse que, dans le premier cas, les larves sont le résultat d'une gemmiparité interne et a qualifié les gaines ovariques des Pucerons vivipares de *gemmarium* ou de souche germinative (Keimstock) ; il a vu, en outre, que les Pucerons vivipares sont dépourvus de réceptacle séminal. Ces remarques ne sont exactes que pour les *Aphididæ* et les *Pemphiginæ ;* les femelles parthénogénétiques ailées et aptères des *Phylloxerinæ* possèdent à la fois un réceptacle séminal et des glandes sébifiques.

BALBIANI (1898), étudiant le mode de reproduction du « Puceron de la Centaurée jacée », a constaté que les mâles et les femelles sexuées sont produits au début de l'automne par des femelles parthénogénétiques qui semblent identiques à celles qui ont engendré des individus agames pendant toute la belle saison. Ces Pucerons produisent d'abord des femelles agames et des Pucerons sexués en mélange ; ce sont généralement les mâles qui apparaissent en premier.

Kyber a fait des observations analogues. Ces deux auteurs ont constaté, en outre, que si l'on place un Puceron qui engendre des sexués dans un local chauffé et sur des plantes en pleine croissance, la production des sexués se continue sans interruption; il semble donc qu'une fois la production des sexués amorcée, il ne soit plus possible d'amener les glandes génitales à produire des femelles agames, malgré la modification des conditions de milieu.

Mordwilko (1907) a attiré l'attention sur le fait que la génération sexuée apparaît généralement à la fin de l'été et en automne, mais que chez certains genres (*Chermes*, *Pemphigus* des *Pistacia*) elle se produit normalement au début de l'été; pour quelques espèces, les mâles et les femelles peuvent apparaître exceptionnellement dans le courant de l'été (*Cladobius melanoxanthus* Buct. [1] *Aphis saliceti* Kalt), alors que les générations parthénogénétiques peuvent se poursuivre normalement sur d'autres parties de la plante-hôte. Cet auteur a confirmé en 1907 l'opinion de Kyber; il a fait des observations sur *Schizoneura corni* Fab. *(Anœcia corni)* et *Tetraneura cœrulescens* Pars et il a noté que les sexupares apparaissent d'autant plus tôt que la plante-hôte intermédiaire se dessèche plus précocement à la fin de l'été.

Tannreuther (1907), expérimentant avec *Melanoxanthus salicis* Weed, a conclu que les conditions climatiques n'ont pas d'influence sur la production des sexués avant qu'un nombre défini de générations parthénogénétiques n'ait été produit. La nutrition n'exerce aucune influence sur l'apparition des sexués.

D'après Klodnitski (1912), seuls des agents internes déclenchent le développement des formes ailées et sexuées; les facteurs externes ne peuvent amener que des modifications somatiques.

L'apparition des sexués serait due à un phénomène d'ordre rythmique d'après Uichanco (1921); cet auteur a élevé dans une serre chauffée des pieds de *Tanacetum vulgare* L. parasités par *Macrosiphum tanaceti* L. et a constaté que les formes sexuées y apparaissent sensiblement à la même époque qu'en plein air.

Marcovitch (1924) a attribué au raccourcissement de la *durée du jour* qui se produit en automne, un rôle primordial dans l'apparition des sexués. En exposant des fraisiers parasités par *Aphis forbesi* Weed à un éclairage quotidien d'une durée de 8 h dès l'éclosion des fondatrices (16 février), il a pu obtenir des femelles ovipares à partir du 7 mai. Inversement, en soumettant en automne et en plein air des pieds de fraisiers à une lumière artificielle pendant 15 h par jour, les femelles sexuées ne sont apparues que le 3 décembre.

L'action de la lumière a été confirmée par Davidson (1929) avec *Aphis fabæ* Scop.; d'après cet auteur, l'apparition des sexués en automne résulte de l'action conjuguée de la réduction de la longueur du jour et de l'abaissement de la température; les sexués n'appa-

(1) De Geer (1752-1778) avait signalé l'apparition des sexués de cette espèce vers la mi-juin.

raissent pas lorsque la température moyenne est supérieure à 70°F. En se référant aux études cytologiques de MORGAN (1909, 1912, 1915) et VON BAEHR (1909, 1920), DAVIDSON considère comme évident que le mécanisme déterminant l'apparition des individus sexués est associé à un complexe chromosomique. SHULL (1926-1930) a étudié l'action combinée de la lumière et de la température.

Cette brève analyse des conclusions des principaux auteurs montre la variété des opinions qui ont été formulées pour expliquer l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphides ; les facteurs les plus divers ont été invoqués et les différentes thèses soutenues sont parfois en totale contradiction.

Notre étude a porté sur plusieurs espèces d'Aphides appartenant à la sous-famille des *Aphidinæ* et principalement sur le Puceron cendré du Chou (*Brevicoryne brassicæ* L.), dont tout le cycle s'effectue sur les Crucifères. Il était intéressant d'étendre ce travail à des espèces diœciques afin de déterminer les modifications physiologiques qu'entraînait l'existence du phénomène de la migration. Nous avons opéré avec *Sappaphis plantaginea* Pass., qui dépose l'œuf d'hiver sur le Pommier et se développe pendant la belle saison sur les Plantains. Nous avons également utilisé le Puceron gris du Pêcher (*Myzus persicæ* Sulz.) dont l'hôte primaire est le Pêcher ; les plantes-hôtes secondaires, très nombreuses, comprennent plusieurs espèces de Crucifères, et notamment le Chou, ce qui nous a permis de procéder à des expériences parallèles avec cette espèce et *B. brassicæ*. Enfin, des observations ont été faites sur *Aphis saliceti*, qui présente la particularité de donner des formes sexuées en juin-juillet, sur *Macrosiphum rosæ* L. et *Macrosiphum euphorbiæ* Thomas, afin de vérifier s'ils présentaient une sensibilité particulière à certains agents.

Contrairement à ce qui a été fait sur cette question depuis une cinquantaine d'années, nous avons cherché surtout à déterminer les facteurs qui interviennent dans la nature plutôt que l'influence de conditions expérimentales purement artificielles sur l'apparition des différentes formes présentées par les Aphides. C'est la raison pour laquelle une partie de ce travail est consacrée à l'étude biologique des Aphides mentionnés ci-dessus.

PREMIÈRE PARTIE

MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE SOMMAIRES DE BREVICORYNE BRASSICÆ MYZUS PERSICÆ ET SAPPAPHIS PLANTAGINEA

Nous nous limiterons à l'étude morphologique des diverses formes de la première espèce afin de déterminer les stades à partir desquels les virginipares aptères et ailés se différencient, ainsi que les relations qui existent entre les virginipares normaux, les virginipares intermédiaires, les virginipares ailés nains et les mâles.

Les recherches d'ordre biologique ont été principalement orientées sur les points permettant de faire la discrimination des agents provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées.

I. — MORPHOLOGIE DE BREVICORYNE BRASSICÆ ET DE MYZUS PERSICÆ

A. — Brevicoryne brassicæ.

1. Fondatrice. — *Premier stade* (néonate). — Longueur moyenne : 0,54 mm. Rostre relativement fort dépassant légèrement les deuxièmes

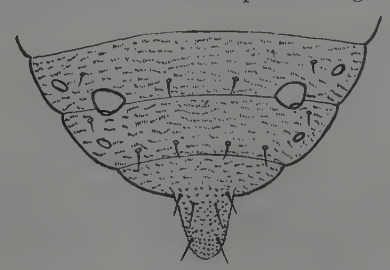


Fig. 1. — *B. brassicæ.* Fondatrice au 1er stade, extrémité postérieure de l'abdomen, vu dorsalement.

hanches. Téguments présentant sur la face dorsale une très fine ornementation spinuleuse (*fig.* 1) disposée en bandes plus ou moins parallèles. 6 paires de stigmates paraissant non fonctionnels. Les soies dorsales présentent la disposition suivante : tête : 6 spinales, 1 pleurale, 0 marginale ; pronotum : 1 spinale, 0 pleurale, 0 marginale ; mesonotum: 1 spinale, 1 pleurale, 1 marginale ; metanotum : 1 spinale, 1 pleurale,

2 marginales. Abdomen : du 1er au 6e segments abdominaux : 1 spinale, 1 pleurale, 1 marginale ; 7e au 9e segments abdominaux dépourvus de soies.

Il existe d'ailleurs certaines variations dans le nombre des soies, particulièrement pour les segments abdominaux postérieurs qui présentent parfois des soies spinales ou marginales.

Antennes à 4 segments (*fig.* 2) d'une longueur totale moyenne de 309 μ (I : 54 μ ; II : 45 μ ; III : 111 μ ; IV : 99 μ). Processus terminal avec 4 soies courtes et minces, les autres soies étant sensiblement de la même taille, sensorium principal entouré de petites papilles. Sensorium du 3e article plus petit et légèrement saillant.

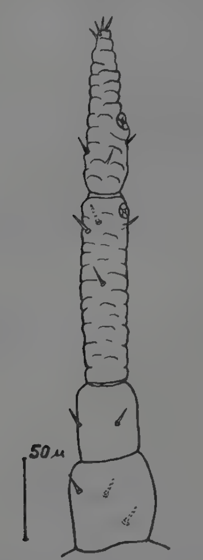


FIG. 2. — *B. brassicæ.* Antenne de la fondatrice au 1er stade.

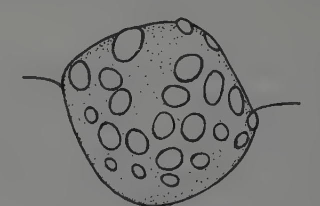


FIG. 3. — *B. brassicæ.* Œil composé de la fondatrice au 1er stade.

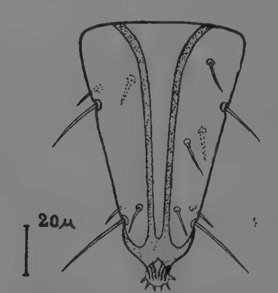


FIG. 4. — *B. brassicæ.* Extrémité du rostre (face ventrale) de la fondatrice au 1er stade.

Œil composé (*fig.* 3) de 14 à 18 facettes arrondies disposées irrégulièrement avec une petite zone dépourvue de facettes sur la portion médiane externe.

Rostre relativement volumineux, revêtu de longues soies, principalement à l'extrémité du 4e article (*fig.* 4) ; 2 paires de longues soies latérales sur ce 4e article et quelques soies plus courtes en nombre irrégulier sur les faces ventrale et dorsale. A l'extrémité du rostre existent 3 paires de fines digitations prenant naissance au centre d'une zone diaphane. Longueur de l'article IV : 80 μ.

Cornicules bien marquées, se présentant sous la forme de petits cônes élargis à la base.

Pattes assez fortes présentant chacune 2 courtes soies sur le 1er article tarsial; sur le 2e article, 2 soies dorsales moyennes et 2 soies dorsales distales un peu plus courtes, 2 soies ventrales et une paire de soies latérales; une paire de griffes.

Deuxième stade. — Longueur totale moyenne : 0,90 à 1,10 mm. Ne présente pas de différences notables avec le premier stade, à l'exception des antennes qui possèdent 5 articles. Antennes épaisses, d'une longueur totale moyenne de 370 μ à 380 μ : I, 39 μ ; II, 42 μ ; III, 102 μ ; IV, 52 μ ; V, portion basale 70 μ, flagellum 72 μ, le 5e article ayant un sensorium principal et généralement 6 sensoria secondaires. Œil composé de 22 facettes en moyenne. Rostre atteignant les deuxièmes hanches, relativement moins volumineux que pour le premier stade, le 4e article étant très légèrement plus long (87 μ) que celui de la larve au premier stade.

Cornicules courtes, coniques, longueur moyenne : 35 μ.

Troisième stade. — Longueur totale moyenne : 1,43 mm. Antennes (*fig.* 5) relativement plus minces que précédemment, à 5 articles, longueur totale moyenne : 493 μ (I, 48 μ; II, 52 μ; III, 145 μ ; IV, 56 μ ; V, partie basale : 70 μ, flagellum : 122 μ. Œil composé de 30 facettes en moyenne. Rostre atteignant les deuxièmes hanches, le dernier article mesurant 110 μ (*fig.* 6). Cornicules coniques, longueur moyenne : 58 μ.

Quatrième stade. — Longueur totale moyenne : 1,95 mm. Antennes à 5 articles, longueur totale moyenne 727 μ (I, 37 μ ; II, 55 μ III, 260 μ ; IV, 115 μ; V, partie basale : 80 μ, flagellum : 180 μ. Œil composé de 46 facettes en moyenne. Rostre atteignant les deuxièmes hanches, le dernier article mesurant 120 μ.

Cinquième stade (adulte). — Longueur totale : 1,80 à 2,15 mm. Tête de couleur vert blanchâtre. Antennes à 5 articles : I et II jaune grisâtre ; III, jaune hyalin ; IV et V, jaune grisâtre. Rostre atteignant les deuxièmes hanches, brunâtre. Cornicules courtes. Production cirière blanchâtre, abondante sur la face dorsale, faible sur la face ventrale. Antenne (*fig.* 7), longueur totale moyenne : 910 μ (I, 58 ; II, 62 μ ; III, 370 μ ; IV, 132 μ ; V, partie basale 88 μ, flagellum 200 μ). Rostre : dernier article mesurant 120 μ. Cornicules : longueur moyenne 140 μ.

2. Virginipare aptère. — *Premier stade* (néonate). — Longueur moyenne : 0,80 mm. Antennes à 4 articles, longueur totale : 277 μ (I, 22 μ ; II, 23 μ ; III, 110 μ ; IV, 44 μ + 78 μ). Rostre atteignant le niveau des hanches de la 3e paire de pattes. Abdomen avec 6 courtes soies sur chaque segment. Cornicules courtes et coniques : 37 μ.

Deuxième stade. — Longueur moyenne : 0,93 mm. Antennes à 5 articles, longueur totale : 366 μ (I, 45 μ ; II, 48 μ ; III, 90 μ ; IV, 55 μ ; V, 56 μ + 72 μ). Cornicules courtes et coniques : 45 μ.

Troisième stade. — Longueur moyenne : 1,40 mm. Antennes à 6 articles. Longueur totale : 774 μ (I, 66 μ ; II, 58 μ ; III, 230 μ ; IV : 90 μ ; V, 90 μ ; VI, 80 μ + 160 μ). Cornicules coniques : 80 μ.

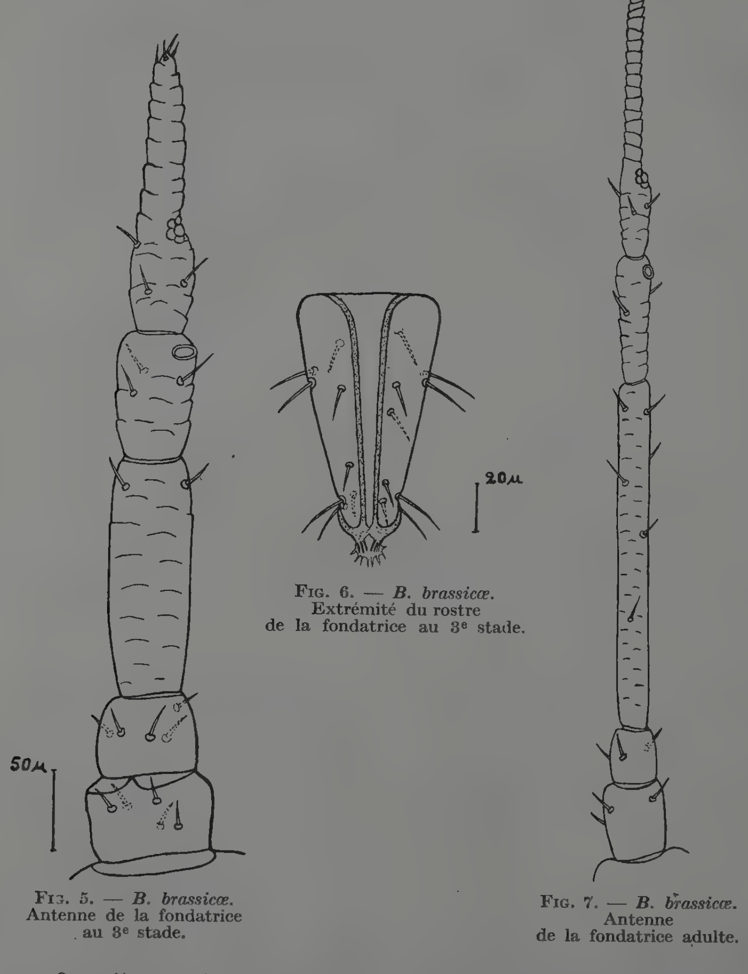


Fig. 5. — *B. brassicæ.* Antenne de la fondatrice au 3e stade.

Fig. 6. — *B. brassicæ.* Extrémité du rostre de la fondatrice au 3e stade.

Fig. 7. — *B. brassicæ.* Antenne de la fondatrice adulte.

Quatrième stade. — Longueur moyenne : 1,80 mm. Antennes à 6 articles, longueur totale : 850 μ (I, 70 μ ; II, 50 μ ; III, 260 μ ; IV, 90 μ ; V, 100 μ ; VI, 90 μ + 190 μ). Cornicules coniques : 90 μ.

Adulte (*fig.* 8). — Longueur moyenne : 2,1 à 2,6 mm. Tête un peu plus large que haute, à tubercules antennaires peu développés. Yeux

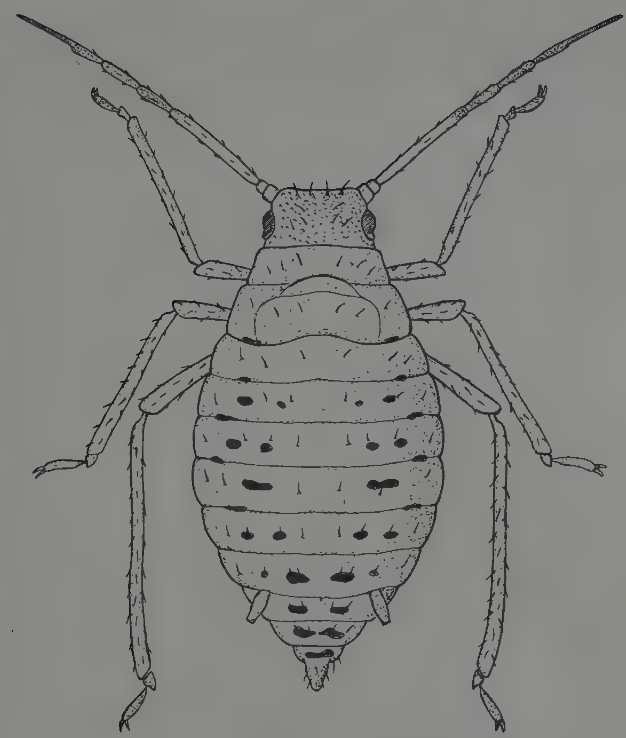


FIG. 8. — *B. brassicæ.* Virginipare aptère.

TABLEAU I.

Virginipare aptère. — Longueur totale du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

N°	Long. totale	Antenne							Tibia postérieur	Rapport	
		I	II	III	IV	V	VI	long. totale		L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
1	2,10	0,07	0,05	0,47	0,21	0,16	0,11 + 0,37	1,44	1,19	0,67	0,56
		0,07	0,05	0,43	0,20	0,19	0,11 + 0,33	1,38			
2	2,60	0,08	0,06	0,60	0,22	0,20	0,11 + 0,37	1,64	1,20	0,63	0,45
		0,08	0,06	0,61	0,24	0,20	0,12 + 0,38	1,69			
3	2,60	0,08	0,06	0,50	0,20	0,18	0,12 + 0,34	1,48	1,26	0,60	0,48
		0,08	0,06	0,53	0,21	0,19	0,12 + 0,39	1,58			
4	2,45	0,07	0,05	0,41	0,18	0,17	0,14 + 0,39	1,41	1,14	0,55	0,46
		0,07	0,05	0,43	0,17	0,17	0,10 + 0,33	1,32			
5	2,30	0,07	0,05	0,57	0,22	0,20	0,12 + 0,39	1,62	1,20	0,70	0,49
		0,07	0,05	0,56	0,22	0,19	0,12 + 0,41	1,62			
6	2,36	0,07	0,05	0,52	0,20	0,20	0,11 + 0,36	1,51	1,20	0,63	0,52
		0,07	0,05	0,52	0,20	0,20	0,11 + 0,34	1,49			
7	2,16	0,07	0,05	0,48	0,20	0,17	0,12 + 0,33	1,42	1,10	0,66	0,50
		0,07	0,05	0,48	0,19	0,18	0,12 + 0,35	1,44			

composés à nombreuses facettes. Tubercule oculaire arrondi assez bien marqué, pas d'ocelles, 4 à 6 fortes soies sur le front, 4 paires de soies courtes sur la face rostrale et 4 paires sur le pourtour du clypeus. Rapport de la longueur totale de l'antenne à la longueur du corps : inférieur à 0,70.

Antennes (*fig.* 19) assez épaisses, articles III, IV, V et VI à surface écailleuse, V avec un sensorium subterminal.

Thorax et abdomen ornés de quelques soies très courtes. Sur la face dorsale de l'abdomen, de très courtes épines forment des figures polygonales à la partie antérieure, des lignes sensiblement parallèles à la région postérieure (*fig.* 9). Cornicules courtes, longueur

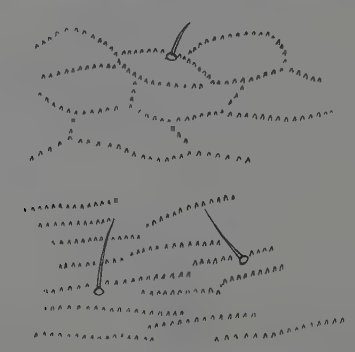


FIG. 9. — *B. brassicæ.* Virginipare aptère, face dorsale de l'abdomen ; en haut, région antérieure, en bas, région postérieure.

moyenne : 0,15 mm. Queue courte et large, longueur moyenne : 0,15 mm à surface légèrement spinuleuse avec généralement 2 grandes soies latérales. Plaque anale aplatie à la partie postérieure avec une douzaine de soies courtes ou moyennes. Plaque génitale sombre à contours irréguliers, porteuse de soies courtes.

Anomalies. — Quelques Pucerons, principalement en automne, présentent une fusion des articles antennaires III et IV ; 90 p. cent des Pucerons produits par les virginipares ailés et devenus adultes vers le 25 octobre 1945 avaient cette malformation à une ou aux deux antennes. Très souvent, la soudure était décelable par une excroissance au point de fusion des deux articles mais, dans certains cas, la fusion était parfaite et ne présentait aucune grosseur. Nous avons signalé (1946) des faits analogues chez les virginipares aptères et ailés, les sexupares et les mâles de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch *(Rh. cratægellum* Theobald).

5 Pucerons présentant une soudure des articles à une ou deux antennes ont été élevés ; sur les 60 descendants qui ont été obtenus, 3 seulement avaient une antenne à 5 articles ; ces 3 Pucerons ont produit 20 aptères ayant tous des antennes à 6 articles ; il ne s'agit donc

que d'une variation passagère mais qui ne se manifeste guère qu'en automne et chez les descendants d'ailés; il se peut que cela soit dû pour une part aux facteurs écologiques qui entraînent la production des sexupares.

Un Puceron récolté sur une hampe florale de colza le 6 novembre 1945, possédait 8 petits sensoria sur l'article III d'une antenne

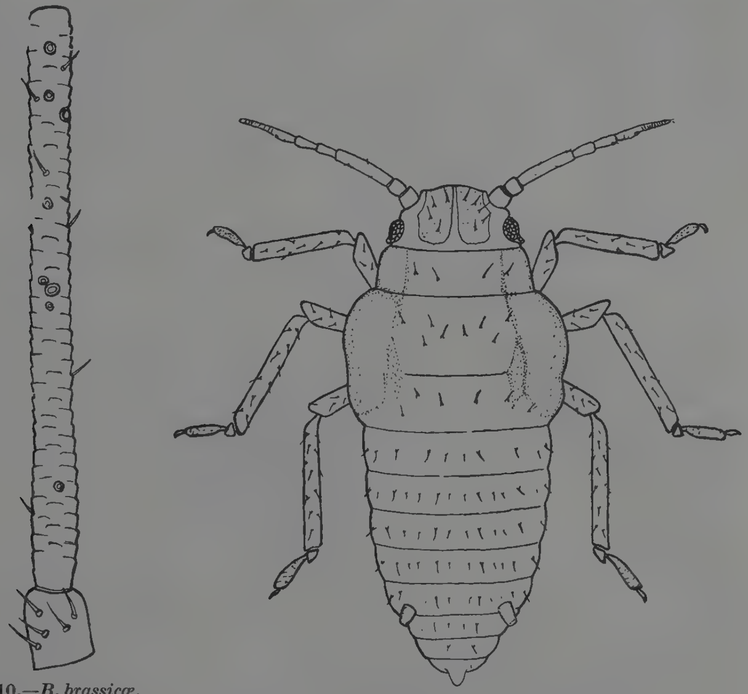


Fig. 10.—*B. brassicæ.* Antenne d'un aptère ayant 8 sensoria sur l'article III.

Fig. 11. — Pronymphe de *B. brassicæ.*

et 7 sur l'autre antenne (*fig.* 10); quelques Pucerons ont seulement 1 sensorium.

3. Virginipare ailé. — Il est généralement admis (Baker et Turner, 1946) que les trois premiers stades larvaires des virginipares ailés et des virginipares aptères présentent les mêmes caractères morphologiques.

Nous n'avons pas noté de différences pour les deux premiers stades larvaires; par contre, le troisième stade présente un certain nombre de caractères particuliers.

Troisième stade (Pronymphe) (*fig.* 11). — Longueur : 1,40 à 1,65 mm. Antennes à 6 articles : longueur totale : 711 μ (I, 55 μ; II,

53 μ; III, 220 μ; IV, 65 μ; V, 88 μ; VI, 75 μ + 155 μ). Pas d'ocelles. Rostre dépassant légèrement les hanches de la seconde paire de pattes. Le thorax présente à la fin de ce stade un léger renflement sur le mésothorax et un autre, beaucoup moins accusé sur le métathorax, correspondant aux ébauches des bourgeons alaires. Cornicules coniques : 78 μ.

Quatrième stade (Nymphe). — Longueur : 1,65 à 1,80 mm. Antenne à 6 articles; longueur totale : 850 μ à 950 μ (I, 68 μ; II, 62 μ; III, 330 μ; IV, 110 μ; V, 99 μ; VI, 88 μ + 168 μ; dépourvue de sensoria. Deux larges bandes brunes sur la tête; pas d'ocelles. Rostre atteignant la seconde paire de hanches. Les fourreaux alaires sont bien marqués, ceux de la première paire d'ailes mesurent en moyenne 640 μ, ceux de la seconde 350 μ. Cornicules coniques.

Adulte (*fig.* 12). — Tête deux fois plus large que haute. Tubercules antennaires peu développés. Yeux composés hémisphériques, tubercule oculaire conique. Ocelle médian légèrement surélevé, bordé de 2 soies de part et d'autre. 2 ocelles latéraux. Antennes (*fig.* 19) relativement épaisses, surtout l'article III qui a 48 à 59 sensoria régulièrement répartis sur toute la longueur. Articles I, II, III présentant des soies courtes, IV, V, VI ayant une ornementation écailleuse marquée, V avec un gros sensorium subterminal, VI avec une portion basilaire se renflant jusqu'à la hauteur du sensorium primaire bordé de 0 à 3 sensoria satellites.

TABLEAU II.

Virginipare ailé. — Mensurations du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

N°	Long. totale	Antenne								Total	Tibia postérieur	Rapport	
		I	II	III	III sens	IV	V	V sens	VI			L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
1	2,04	0,06	0,05	0,61	53	0,22	0,21	1	0,10+0,52	1,77	1,22	0,85	0,59
		0,06	0,05	0,59	48	0,23	0,21	1	0,11+0,48	1,73			
2	2,01	0,06	0,05	0,62	55	0,23	0,24	1	0,12+0,46	1,78	1,23	0,87	0,61
		0,06	0,05	0,57	59	0,22	0,24	1	0,12+0,46	1,72			
3	2,02	0,06	0,05	0,62	51	0,22	0,23	1	0,13+0,45	1,75	1,22	0,87	0,60
		0,06	0,05	0,61	50	0,24	0,24	1	0,11+0,44	1,75			
4	1,98	0,06	0,05	0,62	51	0,22	0,21	1	0,12+0,44	1,72	1,22	0,88	0,61
		0,06	0,05	0,62	49	0,23	0,22	1	0,12+0,48	1,78			
5	1,85	0,06	0,05	0,63	50	0,25	0,22	1	0,11+0,45	1,77	1,23	0,97	0,66
		0,06	0,05	0,68	52	0,23	0,25	1	0,12+0,47	1,86			

Rostre mince ne dépassant pas les hanches de la seconde paire de pattes. Pattes longues et grêles, les postérieures étant nettement plus longues que les pattes moyennes et antérieures. Abdomen large orné d'étroites bandes sombres porteuses de petites soies. Sur la face dorsale, un fin réticulum formant des bandes parallèles, peu marqué à la partie antérieure. Cornicules courtes, renflées dans la région

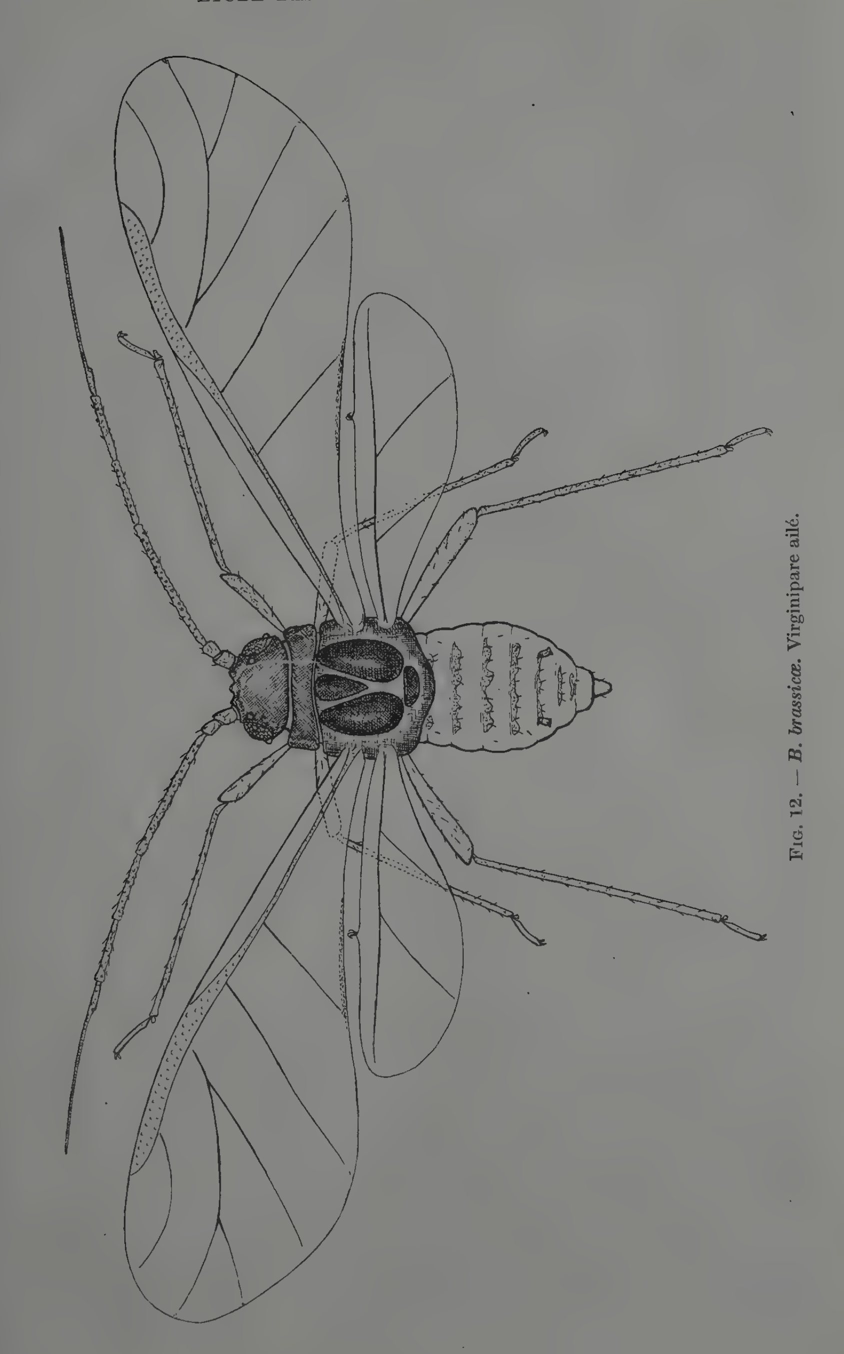


FIG. 12. — *B. brassicæ*. Virginipare ailé.

moyenne, finement striées à la base et au sommet, longueur moyenne : 0,14 mm. Queue courte, large à la base, pointue, longueur moyenne : 0,17 mm, surface finement spinulée et enfumée, porteuse de 6 longues soies en moyenne. Plaque anale demi-circulaire, avec 7 à 8 soies, plaque génitale étroite à surface légèrement striée avec 14 soies courtes.

On trouve aussi, principalement en automne, des virginipares *ailés de petite taille*, dont la longueur varie entre 1,25 et 1,68 mm ; ces ailés nains diffèrent par quelques points des virginipares normaux ; le rapport de la longueur de l'antenne à celui du corps, qui est toujours inférieur à 1 chez les ailés normaux, oscille ici autour de 1 ; l'abdomen est relativement plus étroit et la fécondité de ces insectes est plus faible. Ce rapport varie de 1,10 à 1,20 chez les mâles, sauf pour quelques individus de très grande taille où il est égal à 1.

La longueur de l'antenne rapportée à la longueur totale du corps montre chez les virginipares ailés une dysharmonie positive forte ($\alpha = 1,2$) ; cette relation est des plus imprécises pour les mâles.

Tableau III.

Mensurations du corps, de l'antenne, et rapport $\frac{\text{L. antenne}}{\text{L. corps}}$ *des virginipares ailés normaux, des virginipares ailés nains et des mâles.*

V. ailés normaux			V. ailés nains			Mâles		
Corps	Antenne	Antenne / corps	Corps	Antenne	Antenne / corps	Corps	Antenne	Antenne / corps
2,19	1,80	0,82	1,50	1,50	1	1,50	1,74	1,17
2,10	1,74	0,82	1,58	1,55	0,98	1,50	1,71	1,14
2,25	1,95	0,86	1,56	1,50	0,96	1,50	1,83	1,22
2,37	1,95	0,83	1,56	1,53	0,98	1,50	1,80	1,20
2,16	1,85	0,85	1,56	1,68	1,07	1,65	1,65	1
2,04	1,75	0,85	1,65	1,59	0,96	1,50	1,74	1,16
2,01	1,76	0,87	1,56	1,56	1	1,38	1,59	1,15
2,02	1,75	0,87	1,68	1,71	1,01	1,28	1,50	1,17
1,98	1,76	0,88	1,65	1,56	0,94	1,50	1,74	1,16
1,85	1,81	0,97	1,50	1,50	1	1,49	1,77	1,18
1,95	1,74	0,89	1,50	1,56	1,04	1,52	1,80	1,11
1,98	1,65	0,82	1,53	1,52	0,99	1,54	1,85	1,20
2,10	1,80	0,85	1,61	1,58	0,98	1,56	1,77	1,13
2,10	1,85	0,88	1,59	1,56	0,98	1,50	1,74	1,16
2,04	1,77	0,86	1,57	1,54	0,98	1,52	1,76	1,15

4. Virginipares intermédiaires. — Des Pucerons présentant des caractères intermédiaires entre les virginipares aptères et ailés ont été observés chez diverses espèces : *Anuraphis roseus* Baker (*Sappaphis plantaginea* Pass.) et *Aphis pomi* L. (Baker et Turner, 1916), *Rhopalosiphum prunifoliae* Fitch (*Rhopalosiphum cratægellum* Theobald) (Baker et Turner, 1919 et Ackermann, 1926), *Aphis fabæ* Scop. (Davidson, 1927), *Macrosiphum solanifolii* Ashm (Shull, 1937 ; Stiles, 1938), *Toxoptera aurantii* Boy (Rivnay, 1937).

Nous avons observé en plein air, ainsi que dans nos élevages réalisés dans différentes conditions expérimentales, des individus présentant ces particularités ; ils étaient toujours peu nombreux et il n'a été dénombré en moyenne qu'un intermédiaire pour 1 000 aptères ou ailés.

Il existe toute une série de formes, constituant la transition entre la forme aptère et la forme ailée, et pouvant être ramenées à quatre types principaux en prenant la longueur des ailes comme élément de base de la classification :

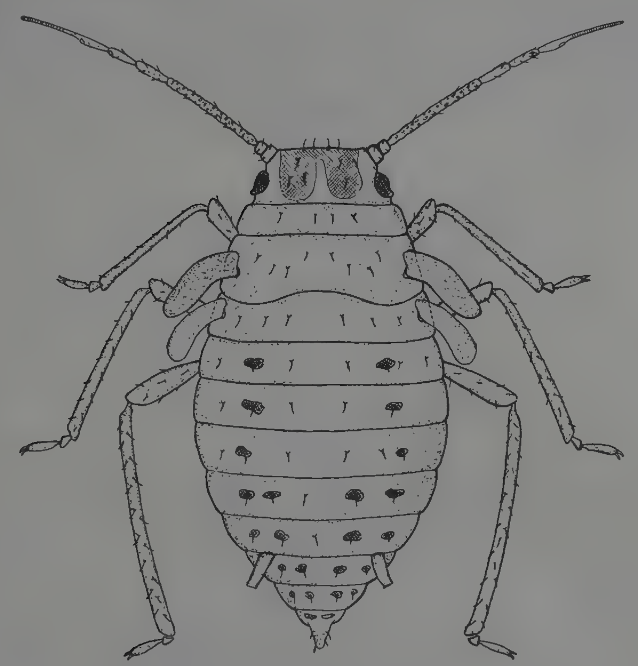


FIG. 13. — *B. brassicæ*. Intermédiaire, type I.

TABLEAU IV.

Intermédiaire, type I. — Mensurations du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

N°	Long. totale	Antenne								Cornicule	Tibia	L. antenne / L. tot.	L. tibia / L. corps
		I	II	III	sens	IV	V	VI	Total				
1	1,85	0,06	0,05	0,35 0,36	14 24	0,13 0,13	0,18 0,13	0,08+0,25 0,09+0,22	1,03	0,11	0,75	0,55	0,40
2	1,85	0,06	0,05	0,37 0,36	26 30	0,14 0,14	0,13 0,16	0,09+0,28 0,09+0,26	1,22	0,11	0,88	0,65	0,47
3	1,90	0,06	0,05	0,49 0,45	36 34	0,17 0,19	0,17 0,18	0,09+0,28 0,09+0,29	1,31	0,12	0,72	0,68	0,37
4	1,80	0,06	0,05	0,42 0,40	32 30	0,15 0,16	0,15 0,15	0,09+0,26 0,09+0,27	1,18	0,11	0,72	0,65	0,40
5	2,10	0,07	0,06	0,47 0,45	24 22	0,16 0,17	0,15 0,16	0,10+0,27 0,10+0,28	1,28	0,11	0,93	0,60	0,44

Type I (*fig.* 13). — Caractérisé par des moignons alaires très courts, la longueur des ailes antérieures n'excédant pas 0,4 mm ; les ailes

postérieures sont un peu plus petites, plus minces à surface légèrement écailleuse, le *jugum* est réduit à une soie. Il n'existe pas d'ocelles médian et latéraux. Le thorax est très faiblement plus large que celui des aptères par suite du non-développement des muscles alaires.

Type II (*fig.* 14). — Les ailes sont un peu plus longues que précédemment et mesurent 0,6 à 0,7 mm en moyenne. Les moignons anté-

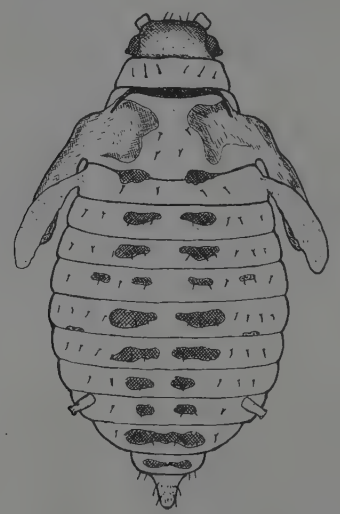


Fig. 14. — *B. brassicæ.* Intermédiaire, type II.

rieurs sont nettement épaissis, les ailes postérieures hyalines. Quelques individus présentent des ocelles latéraux alors que d'autres n'en ont aucun.

Tableau V.

Intermédiaire, type II. — Mensurations du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

N°	Long. totale	Antenne								Cornicule	Tibia	L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
		I	II	III	sens	IV	V	VI	Total				
1	1,45	0,07	0,05	0,36	36	0,14	0,12	0,09+0,22	1,05	0,12	0,78	0,72	0,53
				0,36	35	0,14	0,15	0,09+0,21					
2	1,45	0,07	0,06	0,40	21	0,18	0,15	0,09+0,24	1,12	0,12	0,90	0,61	0,62
				0,42	23	0,18	0,16	0,08+0,24					
3	1,45	0,06	0,06	0,36	32	0,12	0,12	0,08+0,22	1,02	0,11	0,90	0,70	0,62
				0,37	34	0,13	0,13	0,08+0,22					
4	1,52	0,07	0,06	0,39	30	0,18	0,16	0,09+0,23	1,16	0,12	0,90	0,76	0,59
				0,40	33	0,19	0,17	0,08+0,24					
5	1,49	0,07	0,06	0,41	33	0,17	0,15	0,09+0,25	1,21	0,12	0,91	0,81	0,61
				0,40	34	0,17	0,16	0,09+0,24					

Le thorax est élargi et les muscles alaires partiellement développés; le métathorax présente de légers épaississements contituant l'ébauche des plaques thoraciques.

Type III. — Les ailes ont une longueur de 0,85 à 0,90 mm; la nervation est assez bien dessinée (*fig.* 15).

Quelques insectes présentent deux ocelles latéraux, alors que d'autres en sont complètement dépourvus. Les plaques thoraciques sont généralement complètement formées mais très minces.

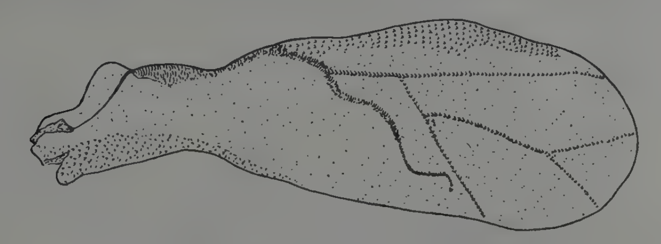


FIG. 15. — *B. brassicæ.* Ailé d'intermédiaire du type III.

TABLEAU VI.

Intermédiaire, type III. — Mensurations du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

Nº	Long. to ale	Antenne I	Antenne II	Antenne III	III sens	Antenne IV	Antenne V	Antenne VI	Antenne Total	Corni-cule	Tibia	L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
1	1,45	0,06	0,05	0,39 0,40	26 30	0,15 0,16	0,17 0,15	0,08+0,22 0,08+0,22	1,12	0,09	0,79	0,77	0,54
2	1,95	0,07	0,06	0,52 0,50	40 38	0,19 0,18	0,18 0,17	0,10+0,28 0,09+0,30	1,40	0,10	1,00	0,71	0,51
3	2,00	0,07	0,06	0,53 0,51	50 48	0,19 0,20	0,18 0,19	0,11+0,24 0,10+0,25	1,38	0,12	0,92	0,69	0,46
4	1,80	0,06	0,05	0,44 0,46	34 39	0,15 0,16	0,17 0,17	0,09+0,39 0,09+0,37	1,35	0,12	0,83	0,75	0,48
5	1,90	0,08	0,06	0,46 0,45	14 20	0,19 0,20	0,17 0,17	0,14+0,35 0,12+0,37	1,45	0,12	1,05	0,76	0,50

Type IV. — Ce type n'a été observé qu'une fois; les ailes antérieures mesurent 1,35 mm, elles sont fripées, ainsi que les ailes postérieures, et la nervation est des plus irrégulières; cet exemplaire n'avait pas d'ocelles médian ou latéraux.

La longueur totale du corps est de 2,05 mm et celle de l'antenne de 1,77 (I, 70 μ; II, 60 μ; III, 640 μ; IV, 220 μ; V, 210 μ; VI, 130 μ + 420 μ); l'article III de chaque antenne n'a que 18 sensoria. La longueur du tibia postérieur est de 1,20 mm; le rapport $\frac{\text{L. tibia}}{\text{L. corps}} = 0,58$ et $\frac{\text{L. antenne}}{\text{L. corps}} = 0,85$.

Shull (1937-1939) a élevé un grand nombre de Pucerons *(M. solanifolii)* provenant de parents aptères et ailés, aux températures de 24° et 14° et à une lumière permanente ou réduite à 8 et 16 h. Il a obtenu des intermédiaires en proportion variable, mais toujours réduite. En se référant aux travaux de Goldsmith (1923), Shull explique l'apparition des formes intermédiaires par une action hormonale, la production ou l'absence des ailes étant liée à une plus ou moins grande concentration hormonale, l'hormone pouvant être inhibitrice ou stimulante.



Fig. 16. — *B. brassicæ.* Ovarioles de virginipare aptère (à gauche) et de virginipare ailé (à droite).

Stiles (1938), opérant sur le même Aphide, a signalé qu'il existe deux sortes d'intermédiaires d'après la structure des muscles alaires : ceux qui ont des muscles alaires normaux et ceux qui ont des muscles dégénérés ; il s'agirait donc dans ce cas de formes primitivement ailées.

Shull (1938) a remarqué que toutes les larves de *M. solanifolii* présentent un épaississement de l'hypoderme dans la région des bourgeons alaires ; les ébauches des bourgeons alaires disparaissent chez les futurs aptères au cours de la croissance larvaire. D'après Stiles (1938), l'ordre de détermination serait le suivant : les ailes, puis les ocelles et enfin les muscles alaires.

L'étude du mode de production des intermédiaires requiert des expériences nombreuses, réalisées dans des conditions extrêmement précises, et il nous paraît prématuré de formuler des hypothèses pour le moment.

La comparaison des différents types d'intermédiaires mentionnés

précédemment avec les virginipares aptères et ailés typiques permet de faire les remarques générales suivantes :

1° Les intermédiaires muent à quatre reprises, comme les virginipares aptères ou ailés, et le dernier stade larvaire exige un temps un peu plus long pour les intermédiaires et les ailés que pour les aptères. Les intermédiaires des différents types présentent constamment, et en nombre variable, des sensoria, alors que les nymphes en sont dépourvues ; les fourreaux alaires de ces dernières sont beaucoup plus épaissis que les moignons alaires des intermédiaires ;

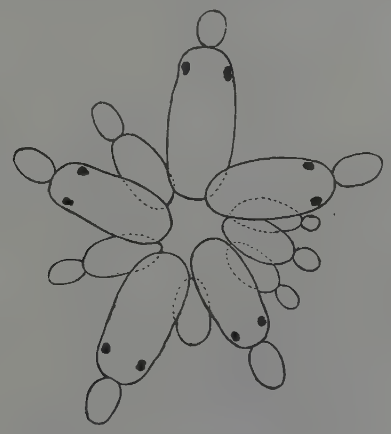


Fig. 17. — *B. brassicæ.* Vue d'ensemble des ovarioles d'un intermédiaire du type II (schématique).

2° Les quatre types d'intermédiaires fournissent une gradation assez régulière entre les virginipares aptères et ailés ; le tableau ci-dessous résume les caractéristiques moyennes de ces différentes formes.

Tableau VII.

Caractères distinctifs des virginipares aptères, intermédiaires et ailés.

	Aptères	Intermédiaires				Ailés
		Type I	Type II	Type III	Type IV	
Ailes		0,4	0,6	0,90	1,35	1,98
Sensoria de l'article III	0	27	31	34	18	51
L. antenne/L. corps	0,63	0,63	0,72	0,73	0,85	0,89
L. tibia/L. corps	0,49	0,41	0,59	0,50	0,58	0,61

Il existe une corrélation positive assez régulière entre la longueur des ailes et les rapports $\frac{\text{L. antenne}}{\text{L. corps}}$ et $\frac{\text{L. tibia}}{\text{L. corps}}$; il en est de même en ce qui concerne le nombre des sensoria sur l'article III, à l'exception de l'unique exemplaire du type IV.

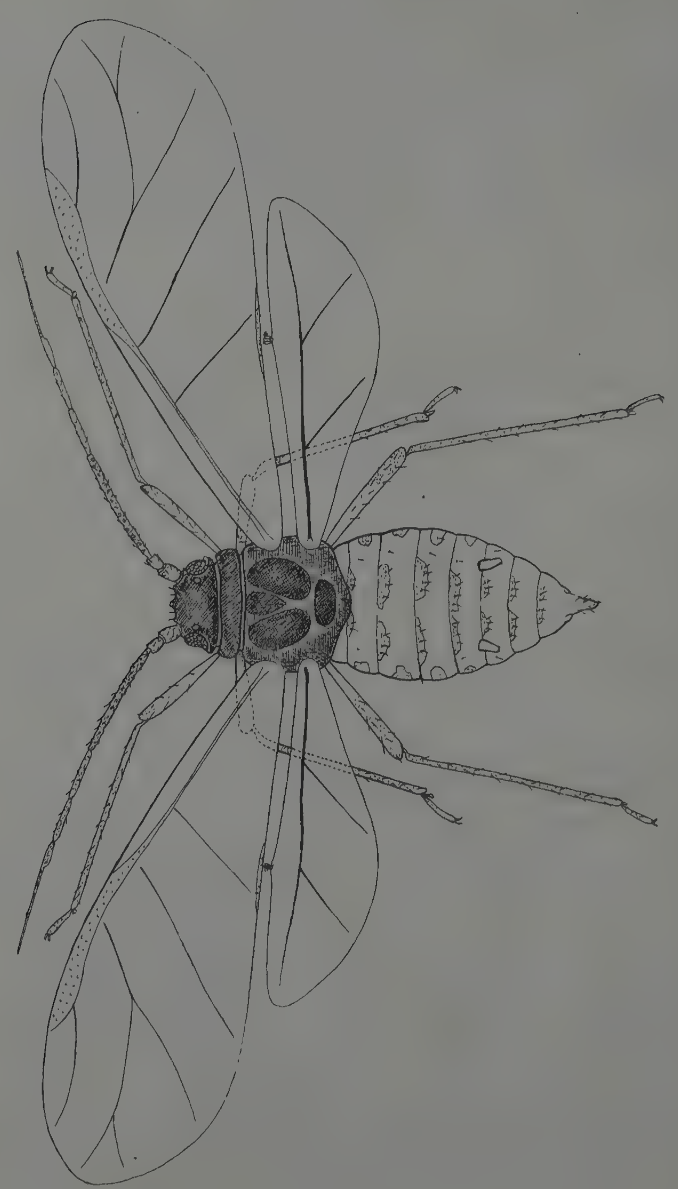


Fig. 18. - *B. brassicæ*. Mâle.



Fig. 19. — *B. brassicæ*. Antennes de virginipare ailé, de virginipare aptère, de mâle et de femelle sexuée.

L'examen des ovaires révèle également que les organes génitaux des intermédiaires constituent une transition entre ceux des aptères et des ailés.

Les organes génitaux des virginipares aptères comprennent 2 ovaires ; chacun de ceux-ci est formé normalement de 6 ovarioles, mais il peut y en avoir seulement 4 ou 5 ; cela s'observe principalement chez les individus dont le développement s'est effectué dans de mauvaises conditions (nourriture déficiente, température élevée, etc.). Une ovariole de jeune adulte présente à la base, dans la région voisine de l'oviducte, un embryon sur le point d'être pondu et plus en arrière 2 ou 3 embryons de dimension décroissante (*fig.* 16).

Les virginipares ailés possèdent généralement 12 ovarioles, qui ne sont pas toutes semblables ; dans la plupart des cas, 4 ovarioles ont une larve bien développée et, en outre, 1 ou 2 embryons de taille plus réduite ; les 8 autres ont le plus souvent une larve sur le point d'être pondue à laquelle fait suite un très jeune embryon.

Les ovaires des intermédiaires comprennent 10 à 12 ovarioles ; 4 à 6 d'entre elles renferment une larve parvenue à sa taille maximum et un embryon beaucoup plus petit ; le développement des autres ovarioles est moins avancé (*fig.* 17).

L'élevage des virginipares intermédiaires confirme les données fournies par l'examen morphologique ; la fécondité est inférieure à celle des aptères et supérieure à celle des ailés.

TABLEAU VIII.

Mâle : mensurations du corps ; de l'antenne et du fémur postérieur.

N°	Long. totale	Antenne										Tibia post.	L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
		I	II	III	sens	IV	sens	V	sens	VI	Total			
1	1,54	0,06 0,06	0,06 0,06	0,55 0,55	71 65	0,24 0,22	19 17	0,25 0,22	29 15	0,14 + 0,55 0,12 + 0,54	1,85 1,77	1,08	1,16	0,70
2	1,56	0,06 0,06	0,06 0,06	0,57 0,56	67 74	0,25 0,28	18 19	0,25 0,28	23 18	0,14 + 0,53 0,12 + 0,61	1,86 1,97	1,10	1,21	0,70
3	1,48	0,06 0,06	0,06 0,06	0,54 0,56	57 53	0,21 0,24	16 15	0,22 0,22	13 15	0,11 + 0,56 0,10 + 0,58	1,76 1,77	1,06	1,18	0,71
4	1,49	0,06 0,06	0,06 0,06	0,53 0,55	53 58	0,23 0,22	17 16	0,25 0,26	15 15	0,14 + 0,50 0,12 + 0,58	1,77 1,80	1,05	1,19	0,70
5	1,46	0,06 0,06	0,06 0,06	0,52 0,56	63 58	0,22 0,24	20 15	0,22 0,21	19 16	0,11 + 0,55 0,11 + 0,53	1,74 1,77	1,02	1,20	0,63
6	1,50	0,06 0,06	0,06 0,06	0,45 0,62	61 78	0,22 0,22	19 19	0,20 0,22	17 21	0,12 + 0,56 0,14 + 0,54	1,77 1,64	1,01	1,13	0,60
7	1,72	0,06 0,06	0,06 0,06	0,53 0,63	65 79	0,22 0,22	23 23	0,25 0,22	16 21	0,12 + 0,65 0,12 + 0,63	1,89 1,82	1,11	1,05	0,64

5. **Mâle** (*fig.* 18). — Tête forte, relativement plus haute que chez le virginipare ailé (0,40 × 0,24 mm). Tubercules antennaires moyennement développés, yeux composés hémi-sphériques, tubercule

oculaire conique. Ocelle médian assez fortement surélevé, bordé latéralement d'une soie seulement. Deux ocelles latéraux. Antennes (*fig.* 19) fortes ; articles I, II, III et IV avec des stries peu marquées, V et VI à surface fortement écailleuse, articles III, IV et V porteurs de sensoria régulièrement répartis sur toute leur longueur ; les articles III et IV sont assez fréquemment soudés.

Rostre court, l'extrémité n'atteignant pas les hanches des secondes paires de pattes. Tarses relativement plus longs que chez les virginipares ailés, mesurant comme chez ces derniers 0,018 mm en moyenne.

Abdomen court et étroit, avec d'étroites bandes sombres ornées de quelques soies. Cornicules très courtes, renflées dans la région moyenne, légèrement striées aux deux extrémités. Longueur moyenne : 0,11 mm. Queue courte et large, enfumée et à surface finement spinulée avec 5 à 6 soies, longueur moyenne : 0,11 mm. Plaque anale demi-circulaire avec 6 à 8 soies.

Femelle ovipare (*fig.* 20). — Corps ovoïde, très allongé, s'amincissant régulièrement aux deux extrémités. Tête large, tubercules

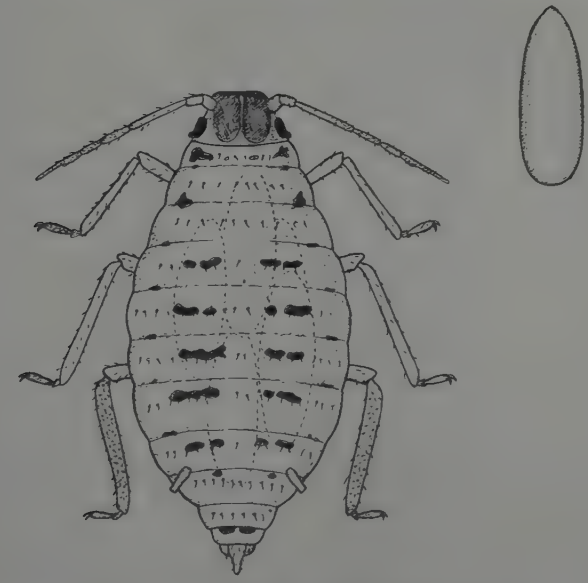


FIG. 20. — *B. brassicæ*. Femelle sexuée et œuf.

antennaires peu marqués, pas d'ocelle, 6 à 8 soies dans la région frontale. quelques petites soies sur le pourtour du clypeus. Yeux composés aplatis, à petit nombre de facettes. Tubercule oculaire volumineux, hémisphérique.

Antennes (*fig.* 19) minces, plus courtes que la moitié du corps ;

I large, II cylindrique à surface lisse, orné de quelques soies courtes, les autres articles à surface légèrement écailleuse, V avec un sensorium subterminal.

TABLEAU IX.

Femelle sexuée. — Mensurations du corps, de l'antenne et du tibia postérieur.

Nº	Long. totale	Antenne I	II	III	IV	V	VI	Total	Tibia post.	L. antenne / L. corps	L. tibia / L. corps
1	1,88	0,06 0,06	0,05 0,05	0,29 0,28	0,12 0,12	0,12 0,11	0,09 + 0,21 0,08 + 0,21	0,94 0,95	0,70	0,50	0,37
2	1,60	0,06 0,06	0,05 0,05	0,25 0,27	0,11 0,12	0,11 0,11	0,07 + 0,20 0,08 + 0,20	0,85 0,89	0,62	0,54	0,38
3	1,70	0,06 0,06	0,05 0,05	0,23 0,22	0,10 0,11	0,10 0,11	0,08 + 0,15 0,08 + 0,15	0,77 0,78	0,62	0,45	0,36
4	1,80	0,06 0,06	0,05 0,05	0,26 0,27	0,11 0,11	0,10 0,11	0,07 + 0,16 0,08 + 0,16	0,81 0,84	0,60	0,46	0,33
5	1,85	0,06 0,06	0,05 0,05	0,25 0,28	0,10 0,11	0,10 0,11	0,08 + 0,15 0,08 + 0,16	0,79 0,85	0,61	0,44	0,32

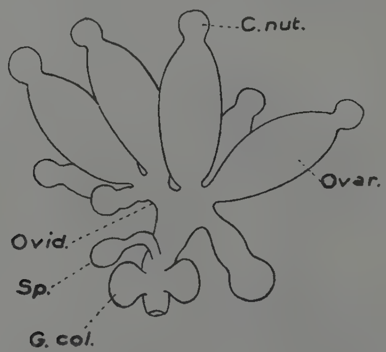


FIG. 21. — *B. brassicæ*. Ovaire de femelle sexuée.

Pattes courtes ; patte postérieure : hanche, 0,11 ; trochanter, 0,06 ; fémur, 0,42 ; tibia, 0,69 ; tarse, 0,20 (1er article 0,02, 2e article 0,16, griffes 0,02). Le tibia postérieur est épaissi et porte 120 sensoria en moyenne.

Thorax et abdomen avec de petites taches sombres irrégulières, soies très courtes sur toute la surface du corps. Cornicules légèrement renflées en leur milieu, longues en moyenne de 0,12 mm. Queue large, triangulaire, spinuleuse avec 6 longues soies en général, longueur 0,20 mm.

Œuf. — Longueur moyenne 0,6 à 0,7 mm, forme ovoïde, vert jaunâtre quand fraîchement pondu, devenant noir brillant par la suite ; à une température moyenne de 15-16°, le virage s'effectue entre 24 et 72 h et se produit très brusquement.

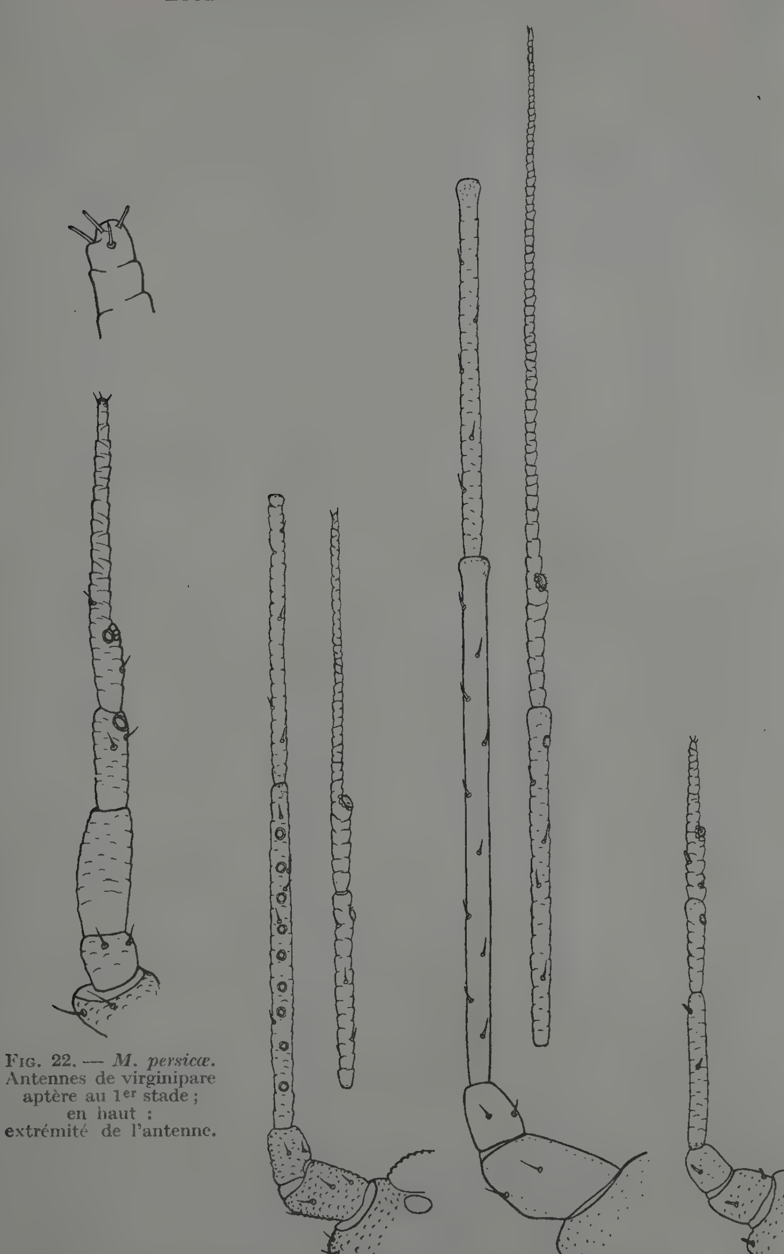


Fig. 22. — *M. persicæ.* Antennes de virginipare aptère au 1er stade ; en haut : extrémité de l'antenne.

Fig. 23. — *M. persicæ.* De gauche à droite : antennes de fondatrice, virginipare aptère et de virginipare ailé.

B. — Myzus persicæ.

Les diverses formes de *M. persicæ* ne présentent rien de particulier du point de vue morphologique ; leurs principales particularités sont indiquées dans les figures 23 à 27.

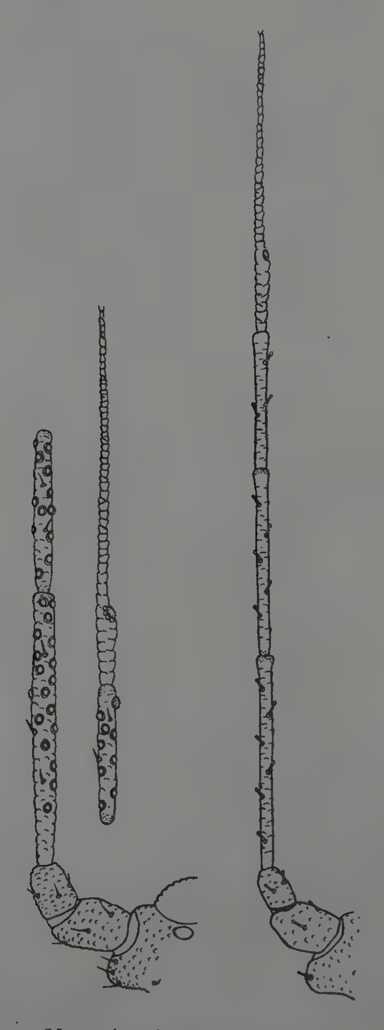


Fig. 24. — *M. persicæ*. Antennes de mâle et de femelle.

Nous avons observé trois types principaux d'intermédiaires dont les caractéristiques sont résumées ci-dessous :

TABLEAU X.

Caractères distinctifs des virginipares aptères, intermédiaires et ailés.

	Aptères	Intermédiaires			Ailés
		Type I	Type II	Type III	
Ailes	—	0,30	0,70	1,6	2,75
L. antenne/L. corps	0,92	1,04	1,0	1,02	1,05
L. tibia/L. corps	0,60	0,67	0,63	0,66	0,72

Aucun intermédiaire ne présentait d'ocelles ; un insecte du type II avait 8 sensoria à l'article III de l'antenne et 9 à l'autre ; un Aphide

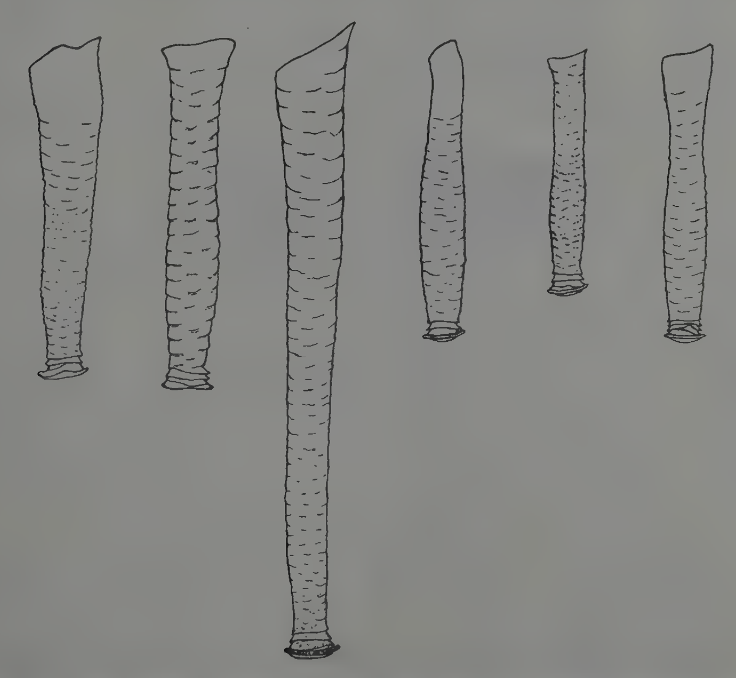


FIG. 25. — *M. persicæ*. De gauche à droite : cornicules de fondatrice, virginipare ailé, virginipare aptère, sexupare ailé, mâle et femelle.

du type I possédait 10 et 8 sensoria ; tous les autres en étaient dépourvus (les virginipares ailés ont de 9 à 12 sensoria). La gradation entre les formes aptères et ailées est, par conséquent, beaucoup moins nette

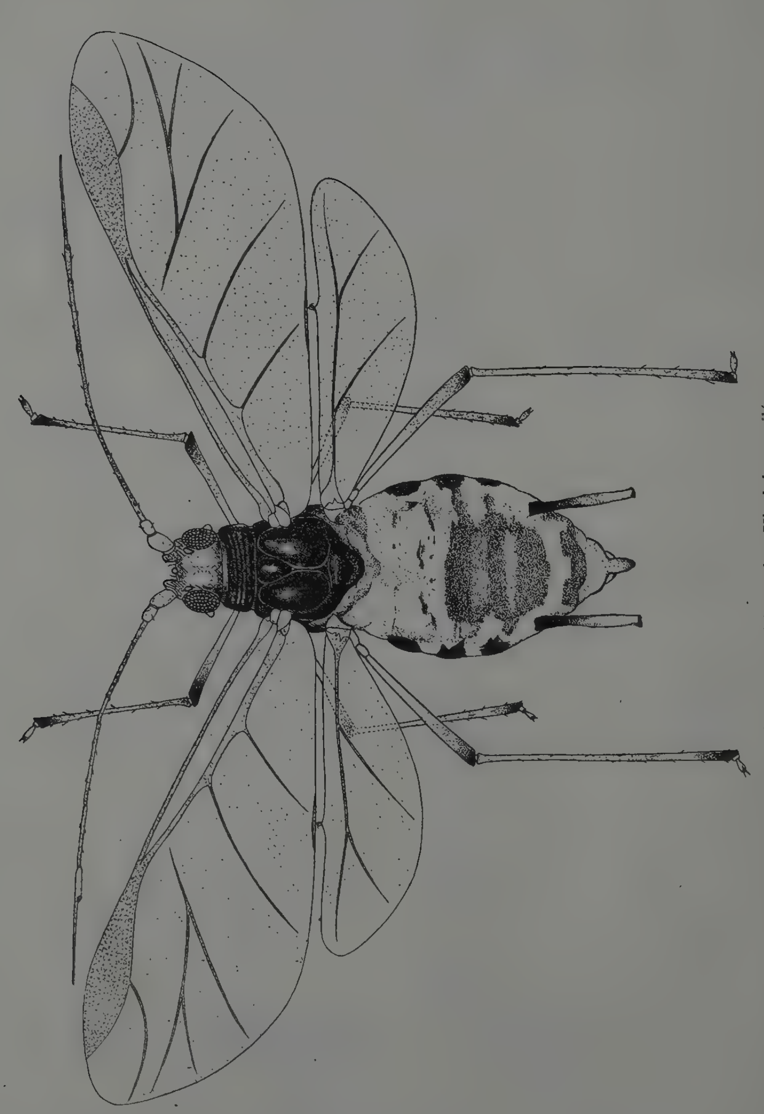


Fig. 26. — *M. persicæ*. Virginipare ailé.

que celle qui a été observée chez *B. brassicæ;* cela démontre que l'interprétation des formes intermédiaires basée sur l'étude d'une seule espèce peut conduire à des conceptions erronées.

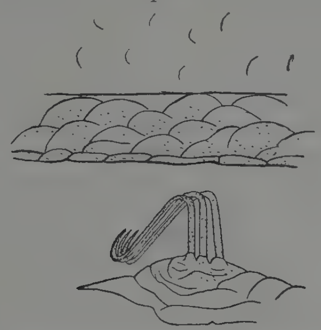


FIG. 27. — *M. persicæ.* Organe de couplage des ailes.

II. — BIOLOGIE SOMMAIRE DE BREVICORYNE BRASSICÆ MYZUS PERSICÆ ET SAPPAPHIS PLANTAGINEA

A. Brevicoryne brassicæ

1. Œuf d'hiver. — Le début de l'éclosion de l'œuf d'hiver est difficile à déceler, par suite de la coloration foncée du chorion ; celui-ci se fend lentement dans la région antéro-dorsale (*fig.* 28), sous l'action des mouvements de la tête de l'embryon et d'un petit appareil chitinisé formé par une mince lamelle épaissie dans la région axiale (*fig.* 29). Il existe généralement, dans la partie antérieure de l'arête, 3 dents obliques assez peu marquées ; dans la région moyenne se trouvent trois dents aiguës et à l'arrière une petite masse chitinisée dépourvue de partie tranchante. L'ensemble, d'une longueur de 240 μ, est appliqué dans la région axiale de la tête, l'avant étant situé à la hauteur des antennes et la partie postérieure un peu en arrière des yeux. Cette lamelle apparaît très précocement, alors que le corps de la larve est à peine formé et que l'on ne voit nulle trace des appendices ou du rostre. L'hiver 1947-1948 fut anormalement doux ; les œufs examinés le 19 janvier avaient tous cette lamelle complètement formée.



FIG. 28. — Appareil d'éclosion de l'œuf de *B. brassicæ* (vue de profil et vue du dessus) et de *Macrosiphoniella tanacetaria* (en bas).

Le chorion se déchire à la hauteur du vertex, et la tête de la larve, puis le corps tout entier, émerge lentement et se place dans le prolongement de l'axe de l'œuf (*fig.* 29) ; les pattes, les antennes et le rostre de l'animal restent immobiles, car tout le corps est étroitement enveloppé d'une mince membrane transparente ; finalement, la larve reste attachée pendant 8 à 10 min. à la partie antérieure de l'œuf. La membrane se déchire ensuite et l'animal commence à remuer les pattes postérieures et moyennes puis, 4 à 5 min. plus tard, les pattes antérieures et les antennes. L'appareil d'éclosion précédemment décrit est fixé sur cette membrane. Il arrive que la membrane se déchire peu de temps après que la tête de la larve a émergé de l'œuf ; dans ce cas, l'appareil d'éclosion se trouve à la partie postérieure de la larve, alors que celle-ci est encore attachée à l'œuf. A une température de 18°, il s'écoule de 50 à 70 min. entre le début de l'ouverture de l'œuf et le moment où la larve se déplace à l'aide de ses pattes.

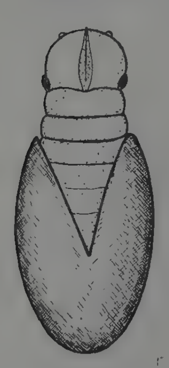


Fig. 29. — *B. brassicæ.* Éclosion de l'œuf d'hiver.

L'appareil d'éclosion est en tous points comparable au *ruptor-ovi* des Hétéroptères. Les embryons des Pentatomides et des Névroptères sont entourés également d'une membrane au moment de l'éclosion ; les premiers observateurs ont assimilé cette dernière à la membrane amniotique. Heymons (1906) et Smith (1920) l'appellent mue embryonnaire,en ce qui concerne les Pentatomides et les Névroptères ; pour ce dernier ordre, Withycombe (1924) la désigne sous le nom de peau prélarvaire.

Gimingham (1926) fait remarquer que, chez les Névroptères, la membrane enveloppe séparément tous les appendices de l'insecte, alors que, chez les Aphides, l'insecte est complètement entouré par ladite membrane, ce qui justifierait, dans ce dernier cas, l'appellation de mue embryonnaire.

L'éclosion peut se produire très rapidement au printemps si la température est suffisamment élevée : des œufs pondus à l'automne 1945, et laissés dans une serre froide, ont éclos le 25 janvier 1946, après un séjour de 4 et 5 jours dans une étuve réglée à 20°.

Un nouvel essai a été réalisé le 30 janvier 1946 ; cinq lots de 10 œufs ont été constitués et placés respectivement dans des étuves réglées aux températures de 7°-8°, 16°, 20°, 24° et 28°.

A la température de 7-8°, 2 œufs ont éclos le 20 février, soit au bout de 21 jours ; à 20°, une éclosion eut lieu le 5 février, c'est-à-dire le 6e jour ; les œufs des autres lots ne se développèrent pas.

Entre le moment de la ponte et le 25 janvier, la température de la serre a varié de — 5° 5 à + 13° 5 ; la moyenne de la température du 25 décembre au 25 janvier a été de + 1°. Le développement embryonnaire a donc dû être extrêmement lent durant cette période et les résultats obtenus par l'élevage aux températures de 20° et 7-8°

semblent donc pouvoir être utilisés pour la détermination du seuil de développement de l'œuf, suivant le principe de la réciproque de la constante thermique (BONNEMAISON, 1946). On obtient de cette manière une valeur de 4-5° pour le seuil théorique et la constante thermique serait d'environ 70 à 75 degrés-jours; l'œuf présentant le phénomène de la diapause, cette constante thermique ne joue qu'à partir du moment de la rupture de la diapause.

Il est à noter qu'il existe d'assez grandes variations individuelles, puisque dans le lot placé le 30 janvier, à la température de 20°, 4 œufs éclosent le quatrième jour, 2 le cinquième jour et 1 le sixième jour. Sur les 10 œufs d'un lot placé le 21 février 1946 à une température constante de 20°, une éclosion est obtenue le lendemain et une autre le 25 février; l'incubation a donc nécessité pour le deuxième œuf 46,5 degrés-jours de plus que pour le premier, soit une somme de température égale à 165 p. cent de la constante thermique déterminée précédemment; les œufs soumis à l'expérience se trouvaient sur la même feuille et avaient été pondus à peu près en même temps. Ces fluctuations individuelles expliquent l'échelonnement de l'éclosion des œufs qui s'observe au printemps, fluctuations dont l'amplitude est augmentée par la variété des conditions microclimatiques.

Des œufs pondus entre le 10 et le 15 septembre ont été mis à 8° du 21 au 25, à 4° du 26 au 30, à — 4° du 1er au 4 octobre, à 4° du 5 au 8 et à la température du laboratoire pendant plus d'un mois. Ils furent transférés ensuite en plein air le 10 décembre et ramenés au laboratoire le 5 janvier. 2 éclosions furent notées le 10 janvier, 4 le 15, 8 le 24, 1 le 26, 2 le 29 et 1 le 1er février. Trois mois et demi ont donc été nécessaires pour que l'éclosion se produise.

Nous n'avons pu accélérer l'éclosion en soumettant les œufs à des températures basses de l'ordre de 0° ou — 4° pendant 4 à 10 jours. Par contre, des œufs obtenus entre le 10 et le 30 mars par des élevages expérimentaux et placés le 31 mars à la température de 16° pendant 7 jours, de 12° pendant 4 jours, de 8° pendant 70 jours et à la température de la salle, le 18 juin, ont éclos le 28 juin (2 œufs sur 150). Il a donc fallu dans ce cas 3 mois pour que l'éclosion ait lieu. Cette expérience montre que la diapause embryonnaire peut cesser sans l'intervention d'une température basse.

Il était intéressant de voir si la constante thermique déterminée par l'élevage à des températures constantes pouvait s'appliquer à des œufs soumis à une température variable. Nous avons constaté (1946) que le développement des œufs d'un Hémiptère Pentatomide, *Eurydema ornatum* L. (*ventralis* Kol.) n'était pas accéléré par les « températures alternées » c'est-à-dire par un séjour des pontes pendant 16 h 30 à une température constante et pendant 7 h 30 à une autre température constante.

Le petit nombre d'œufs de *B. brassicæ* dont nous disposions et le faible pourcentage d'éclosions ne nous ont pas permis de faire des essais de cette nature. Nous nous sommes borné à placer des fragments

de feuilles porteurs d'œufs pondus en automne sur de jeunes Choux cultivés dans une serre froide et à observer les éclosions. Sur une centaine d'œufs, 1 éclôt le 23 février et 1 le 24, 1 le 11 mars, 1 le 12 mars, 1 le 13 mars, 2 le 18 mars.

Le décompte des sommes de températures nécessaires pour amener l'éclosion de l'œuf a été fait d'après les températures moyennes journalières fournies par un thermomètre enregistreur placé dans la serre ; ces températures ont varié de — 3° 2 à 10° 1. En admettant que le seuil de développement soit de 4° 5, les sommes de température ont varié dans ce cas de 91,5 à 95 degrés-jours, au lieu des 70 à 75 degrés-jours obtenus par l'élevage à des températures constantes.

Les œufs utilisés pour les essais et les observations ont été obtenus dans une serre froide sur des Choux en pots. Bien que les mâles aient été en nombre suffisant pour féconder toutes les femelles, le pourcentage des œufs qui ont donné naissance à des fondatrices a été faible ; pour les élevages à température constante, il n'a été en moyenne que de 6 p. cent ; sur les Choux en plein air, il a été de 28 p. cent en 1946.

Herrick (1911) a observé que 76 p. 100 des œufs éclosent au printemps quand ils sont placés dans des conditions naturelles et que dans un lot d'œufs qui avaient tous été fécondés, l'éclosion a été totale.

Au début du mois de février 1946, plusieurs feuilles de Chou, sur lesquelles avaient été déposés à l'automne 96 œufs, ont été placées dans l'insectarium sur de jeunes Choux ; 18 œufs seulement ont éclos, 3 le 22 février, 2 le 23, 2 le 24, 1 le 27, 1 le 3 mars, 2 le 5 mars, 1 le 10 mars, 2 le 12 mars, 2 le 13 mars, 1 le 16 mars, 1 le 17 mars.

En plein air, des larves de fondatrices au premier stade ont été trouvées du 28 février au 25 mars 1946.

2. Fondatrice. — a) *Développement larvaire.* — Le développement de la fondatrice a été étudié par Herrick et Hungate (1911) sur des Choux placés dans un insectarium. La longévité moyenne pour 16 individus a été de 44 jours et la fécondité de 43 jeunes (la température moyenne n'a pas été mentionnée).

Nous avons étudié la durée du développement, la longévité et la fécondité des fondatrices élevées à une température constante de 20° sur des feuilles de Chou.

Les observations ont porté sur 5 larves de fondatrices provenant d'œufs élevés à 20° ; la durée du développement des différents stades a été très irrégulière, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous.

Tableau XI.

Durée de développement de fondatrices élevées à une température constante de 20°

N° de la fondatrice	Nombre de jours après l'éclosion et mues														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1				1re			2e		3e			4e		1re l	
2					1re		2e		3e			4e		1re l	
3				1re		2e		3e			4e		1re l		
4				1re			2e		3e			4e		1re l	
5					1re			2e		3e		4e		1re l	

b) *Fécondité et longévité.* — 4 fondatrices ont été élevées isolément au laboratoire sur de jeunes Choux ; pendant toute la durée des observations, la température minimum a été de 12° et la température maximum de 22° (moyenne : 17°).

L'examen du tableau XII montre qu'à la température moyenne

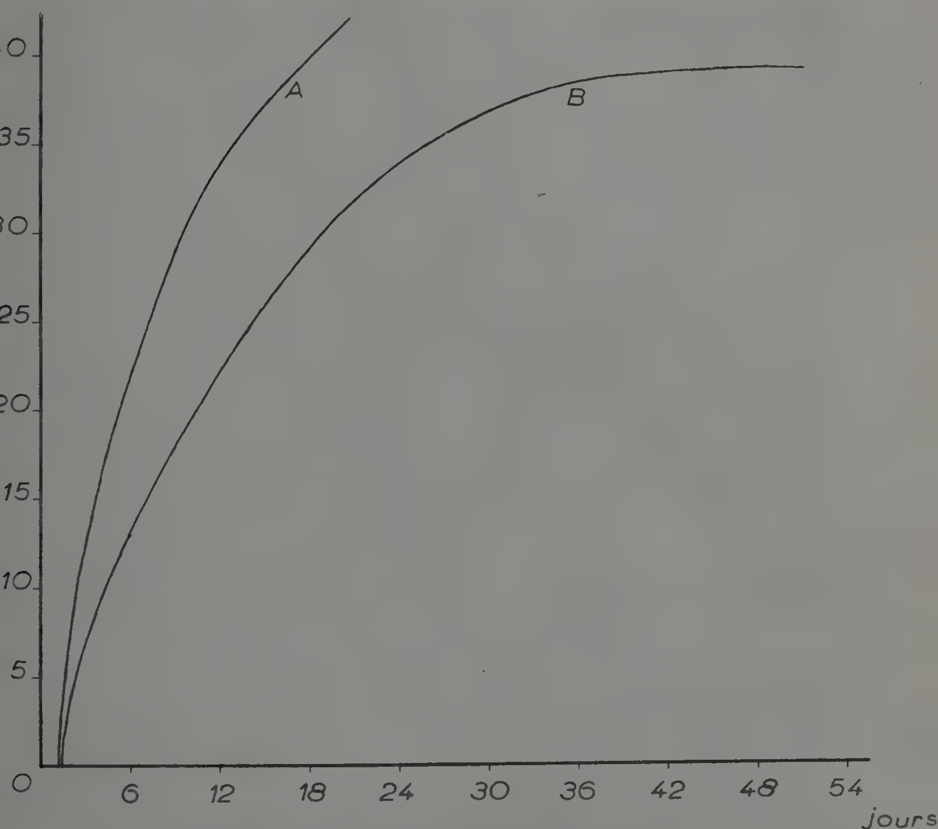


Fig. 30. — *B. brassicæ*. Fécondité de la fondatrice.
A - A une température moyenne de 17°.
B - A une température moyenne de 15°.

de 17°, le rythme de la reproduction a été très rapide mais irrégulier ; la fécondité de la fondatrice n° 4 a été remarquablement élevée, puisque la production moyenne journalière des larves a été de 5 et que le deuxième jour après la mue imaginale, elle a produit 10 jeunes en 24 h.

Dans l'insectarium, la production des larves s'est effectuée suivant un rythme moins rapide. Pour 18 insectes en observation, la fécondité minimum a été de 28 larves, la fécondité moyenne de 41 larves. Les longévités minimum, maximum et moyenne ont été respectivement

de 25, 51 et de 45 jours; le graphique n° 30 indique la fécondité moyenne totale.

Le plus souvent, les premières larves sont émises le lendemain de la mue imaginale; au début de la période de reproduction, les fondatrices engendrent plusieurs larves chaque jour.

Les fondatrices se tiennent généralement à la face supérieure des feuilles; elles ne gagnent la face inférieure qu'à partir de la troisième mue.

Tableau XII.

Fécondité des fondatrices élevées à une température moyenne de 17°.

Nombre de jours après la mue imaginale	Désignation des fondatrices				Moyenne
	1	2	3	4	
1	1	1	1	6	2,25
2	3	4	3	11	5,25
3	8	7	6	21	10,5
4	10	8	9	24	12,75
5	12	11	15	30	17,00
6	17	14	16	38	21,25
7	17	16	23	42	24,5
8	17	18	23	47	26,25
9	20	20	27	52	29,75
10	24	22	27	54	31,75
11	25	23	29	55	33,00
12	27	24	30		34,00
13	28	27	34		36,00
14	29	27	35		36,5
15	30	27	37		37,25
16	31	29	39		38,5
17	32	30	39		39,00
18	32	30	43		40,00
19	32	30	45		40,5
20		32	48		41,75
21		33	50		42,5

Dans tous les cas, nous avons observé que la totalité des descendants produits par les fondatrices étaient des virginipares aptères.

Herrick et Hungate mentionnent, sans indiquer de références, que certains auteurs admettent que le cycle complet de *B. brassicœ* peut se passer sur le même hôte alors que, selon d'autres, deux hôtes différents appartenant tous les deux à la famille des Crucifères sont nécessaires. Herrick et Hungate estiment que la question reste obscure; le fait que le Puceron apparaît généralement en grand nombre à une époque tardive sur les Choux semblerait prouver que les premières colonies issues des fondatrices se sont développées sur des plantes autres que les Choux; ils notent aussi que les jeunes Choux plantés près des parcelles de Choux porte-graines sont généralement fortement infestés.

Nous n'avons observé en aucun cas, dans la région de Versailles, de production importante d'œufs d'hiver; elle était même très faible dans l'ensemble. Nous avons mentionné précédemment que, contrairement à ce qu'ont signalé Herrick et Hungate, le pourcentage d'éclosion était faible; en fait, les fondatrices ont un rôle des plus

réduit dans la conservation de l'espèce d'une année à l'autre, sauf lorsque l'hiver est particulièrement rigoureux. Dans la région parisienne, les virginipares aptères qui ont survécu aux froids de l'hiver constituent, en règle générale, la souche principale des générations printanières.

3. Virginipares aptères. — Le développement total des virginipares aptères, de la naissance jusqu'à la forme adulte, exige quatre mues ; la durée du développement varie suivant les différents agents climatiques et principalement suivant la température ; il existe des fluctuations importantes, tant pour la durée des divers stades que pour celle du développement total, qui seront étudiées au chapitre III.

Les Pucerons aptères se tiennent presque toujours à la face inférieure des feuilles des plantes qu'ils parasitent ; on peut trouver cependant quelques colonies à la partie supérieure des feuilles.

Dans le courant de l'été et de l'automne, les Aphides sont généralement groupés sur les feuilles les plus externes des Choux âgés ou sur les feuilles centrales des jeunes Choux. Dans les cultures renfermant des Crucifères en fleurs, telles que les Choux et les Colzas, les hampes florales sont préférées à toute autre partie de la plante ; dès le départ de la végétation, les Pucerons se rassemblent en ces régions, formant une gaine compacte, longue parfois de plus de 20 cm, et comprenant plusieurs milliers d'individus. Cette surpopulation locale provoque rapidement l'apparition des ailés.

Les Pucerons aptères proviennent de fondatrices et plus souvent de virginipares aptères ayant hiverné. La précocité et l'importance des premières générations de l'année sont étroitement liées aux caractéristiques climatiques de l'hiver. Les froids rigoureux, les fortes chutes de neige et les pluies violentes du début de l'année réduisent considérablement le nombre des virginipares aptères hivernants.

L'hiver rigoureux 1944-1945 (minimum — 18°,5 à 2 m sous abri) a provoqué la mort de tous les virginipares hivernants ; les premières colonies de *B. brassicæ* sont trouvées le 23 mai 1945 sur les hampes florales de Chou vert et de Colza.

L'hiver 1945-1946 a été plus doux et de petites colonies sont notées dès le 18 février. A la mi-mars, les Aphides ont migré sur les hampes florales de Chou et les colonies sont devenues très importantes à partir de la fin du mois de mars ; les premières nymphes sont observées le 5 avril. Les jours suivants, la température s'est élevée et le rythme de reproduction s'est intensifié. La pullulation a été entravée par les larves de Syrphes qui ont fait leur apparition dans les premiers jours d'avril ; les Hyménoptères parasites étaient relativement rares à cette époque. Par suite de l'action des prédateurs, l'importance numérique des colonies se trouvant sur les fleurs des Choux a diminué rapidement à partir du 10 avril.

La vague de froid qui est survenue au milieu du mois de décembre 1946 a provoqué la mortalité complète des virginipares

aptères; l'espèce ne s'est maintenue que par les rares œufs d'hiver qui avaient été pondus à l'automne et de petites colonies n'ont été notées que le 30 mai 1947.

Le nombre maximum de générations que peut présenter *B. brassicæ* dans l'année a été obtenu de la manière suivante : 10 Pucerons aptères hivernants ont été placés le 2 janvier 1946 sur un Chou en pot recouvert d'une cage en rhodoïd et mis en plein air; lorsqu'une

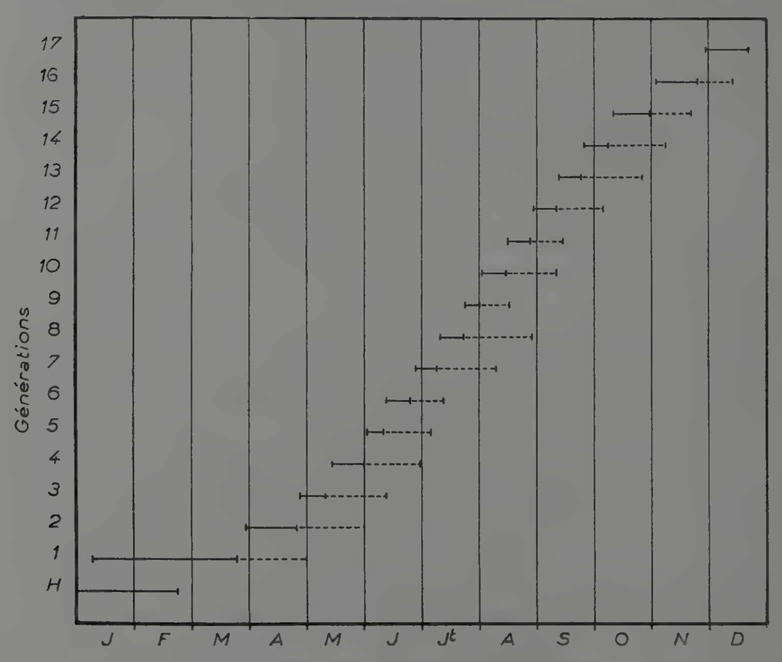


Fig. 31. — *B. brassicæ*. Succession des générations pendant l'année 1946.

vingtaine de larves étaient produites, ce qui correspondait à une moyenne de 2 jeunes par Puceron, les mères étaient transportées sur un autre pot. Dès que les jeunes, qui constituaient donc la première génération de l'année, étaient devenus adultes et avaient produit une vingtaine de descendants, les mères étaient enlevées à leur tour. Les Pucerons adultes étaient élevés à part sur des Choux en pots, également en plein air, et leur date de mortalité notée, ce qui permettait d'en déduire la longévité des virginipares aptères au cours de l'année. On voit (*fig.* 31) que les insectes de la première génération, nés aux environs du 9 janvier, sont devenus adultes le 20 mars en moyenne, que ceux de la seconde génération nés vers le 25 mars sont adultes le 20 avril. Les générations suivantes se sont succédé, à partir de cette date, à un rythme beaucoup plus rapide.

Les Pucerons, à tous les stades, sont tués le 21 décembre, la température étant descendue à — 14° 3 à 2 m sous abri. Au cours de l'année, 17 générations au maximum ont donc pu se succéder entre le 1er janvier et le 21 décembre.

Fécondité et longévité. — HERRICK et HUNGATE ont effectué des numérations dans un insectarium sur 21 individus. La fécondité

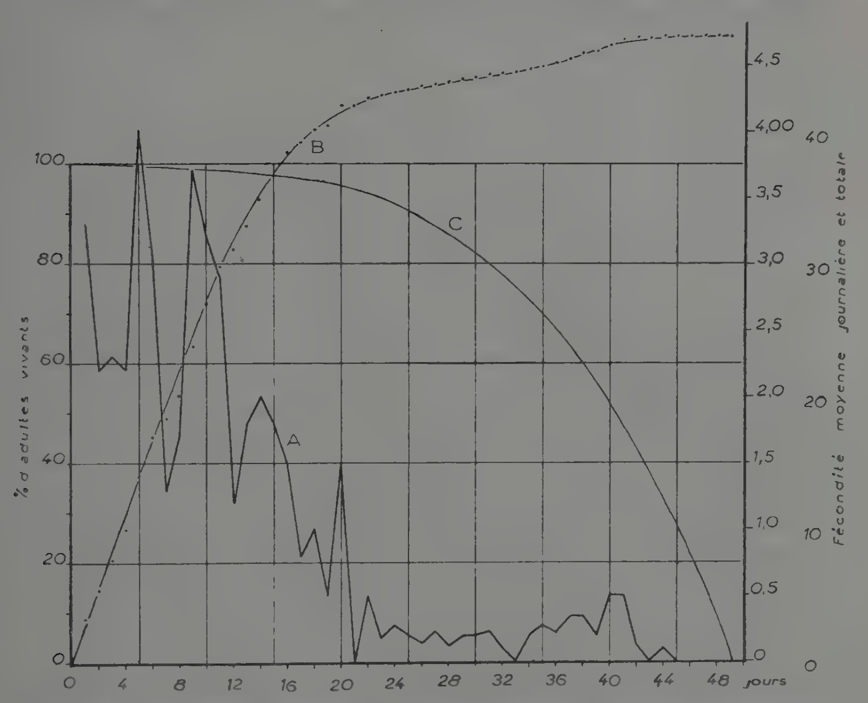


FIG. 32. — *B. brassicæ.* Fécondité et longévité moyennes de 20 virginipares aptères élevés à la température moyenne de 13°5.

moyenne a été de 41 larves, la longévité moyenne de 46 jours (minimum 25 jours et maximum 60 jours).

Les notations ci-dessous ont été faites avec des élevages individuels poursuivis du 25 octobre au 13 décembre ; elles ont porté sur 20 Pucerons alimentés avec des feuilles coupées de jeunes Choux disposées en un endroit bien éclairé du laboratoire.

La température a varié, au cours de l'essai, de 8 à 20°, la température moyenne étant de 13° 5. Le graphique n° 32 indique la fécondité moyenne de ces 20 virginipares aptères. Le nombre maximum de jeunes produits en un jour par un Puceron a été de 8, la fécondité minimum de 37, la fécondité maximum de 62, et la fécondité moyenne de 47,2.

La longévité moyenne a été de 39,7 jours, la longévité minimum de 12 jours et la longévité maximum de 49 jours; le Puceron qui n'a vécu que 12 jours a produit cependant 46 descendants.

Dans un autre essai portant sur 100 virginipares aptères, réalisé de la fin juin jusqu'au début de juillet à une température moyenne de 19-20°, la fécondité moyenne a été de 55,7 larves; tous les Pucerons étaient morts en moins de 29 jours et la fécondité maximum journalière a été de 6,7. Une température moyenne plus élevée accélère donc la production des jeunes et diminue la longévité, ainsi que nous le vérifierons par des expériences réalisées à différentes températures constantes. Nous voyons aussi toute l'importance de l'alimentation; dans l'essai réalisé en été, les Pucerons étaient placés sur des feuilles dont le développement était très actif; les Aphides élevés en automne étaient nourris de jeunes feuilles ayant les mêmes dimensions que celles qui furent utilisées en été, mais dont la croissance était plus lente.

Les virginipares aptères peuvent se reproduire à des températures très basses; nous avons vu plusieurs femelles donnant des jeunes le 4 décembre 1945 vers 14 h, alors que la température était de 6°.

En 1946, un virginipare aptère, qui était en observation sur un Chou végétant en plein air, a été soumis du 13 au 21 décembre à des températures minima de — 6°; la température moyenne a été inférieure à 5° pendant toute cette période. Le 21 décembre, le Puceron a été placé dans une étuve réglée à 4°; malgré ces basses températures, il a engendré un jeune le 23 et un autre le 28 décembre.

A la température de 15°, la première larve est généralement émise le surlendemain de la mue imaginale.

La longévité des virginipares aptères est beaucoup plus grande pendant la période hivernale que pendant la belle saison. Au cours de l'hiver 1945-1946, 6 virginipares ont vécu 45, 53, 58, 60, 63 et 65 jours, du 12 novembre au 31 janvier.

En plein air, les dimensions des virginipares aptères peuvent varier considérablement suivant la saison et l'alimentation; ils ont une grande taille au printemps ou en automne; leur longueur est de 2,6 à 2,8 mm pour les Pucerons se nourrissant des feuilles de Chou et peut atteindre 2,9 et 3 mm chez les Aphides parasitant les hampes florales de Chou et Colza; durant l'été, la longueur moyenne n'est que de 1,8 à 2 mm.

Il semble :

1° Que l'alimentation fournie par des tissus en multiplication très active, et par conséquent très aqueux, combinée à une température élevée, conduise à la production de virginipares aptères de petite taille, alors qu'une nourriture plus concentrée (printemps et automne) et une température basse sont moins favorables au développement des organes génitaux qu'à celui des autres tissus de la mère : il y a une dysharmonie de croissance;

2° Le rôle de l'alimentation paraît plus important que celui de

la température. Dans une serre, nous avons élevé des Pucerons sur des Choux qui n'étaient arrosés que lorsque les feuilles perdaient leur turgescence ; ces Choux présentaient un aspect particulier ; les feuilles étaient épaisses et d'une couleur argentée. Les Pucerons qui se sont développés sur ces plantes étaient, pendant toute la saison, même en juillet où la température moyenne oscillait autour de 25°, de très grande taille (près de 3 mm de long) et leurs téguments étaient à peu près complètement dépourvus de secrétion cireuse ; leur fécondité a été plus faible que celle des Pucerons élevés sur des plantes arrosées normalement.

4. **Virginipares ailés.** — D'après Herrick et Hungate, la durée de développement des virginipares ailés est sensiblement la même que celle des virginipares aptères.

D'une manière générale, nous avons constaté que la dernière mue se produit un peu plus tard pour les ailés que pour les aptères, aussi bien aux températures constantes qu'aux températures variables (voir chapitre III).

Les ailés n'effectuent le plus souvent que des vols de quelques mètres ; mais le vent les emporte à plusieurs dizaines de mètres de leur point de départ ; ils peuvent franchir des distances considérables lorsqu'ils sont entraînés par des courants d'air chaud ascendants.

Les insectes se posent sur une partie quelconque de la plante, puis se déplacent à la surface de celle-ci pour gagner la face inférieure des feuilles. Une fois la ponte commencée, l'ailé reste généralement immobile au milieu de ses descendants ; il est assez fréquent que deux virginipares ailés, et parfois davantage, se tiennent côte à côte pendant toute la période de ponte ; il se forme ainsi de petites colonies comprenant 30 à 40 larves, qui provoquent, par leurs nombreuses piqûres, des taches jaunâtres sur les feuilles.

Fécondité et longévité. — Herrick et Hungate signalent que la fécondité des ailés est très faible, variant de 2 à 13 jeunes. Nous avons élevé isolément, au laboratoire, 25 virginipares ailés sur des feuilles de jeunes Choux. Les expériences ont commencé le 8 octobre ; durant toute la période des observations, la température minimum a été de 11° et la température maximum de 20° (température moyenne 15° 2). La fécondité des Aphides a été beaucoup plus élevée que celle indiquée par Herrick et Hungate. Elle a été de 16,5 jeunes en moyenne, avec un minimum de 6 et un maximum de 25. Dans d'autres expériences, nous avons observé quelques ailés qui sont morts au bout de 1 à 12 jours sans avoir donné un seul jeune. Sur le graphique n° 33, la courbe B indique la fécondité totale moyenne et la courbe A la production moyenne journalière. La ponte commence généralement le lendemain de la mue imaginale et la fécondité journalière atteint généralement son maximum les deuxième et troisième jours. Cependant, il est des individus qui ne commencent à pondre qu'à partir du quatrième ou du cinquième jour.

Herrick et Hungate mentionnent que la longévité des ailés est beaucoup plus faible que celle des aptères ; elle n'a excédé 10 jours en aucun cas. Les élevages mentionnés précédemment nous ont permis de dresser une courbe de mortalité (*fig.* 33) ; une proportion importante d'ailés meurent dans les 48 h qui suivent la mue imaginale ; la mortalité est beaucoup plus faible par la suite et 10 à 15 p. cent des Pucerons peuvent vivre pendant plus de 30 jours.

Une autre série d'élevages a été réalisée le 9 juillet, dans des

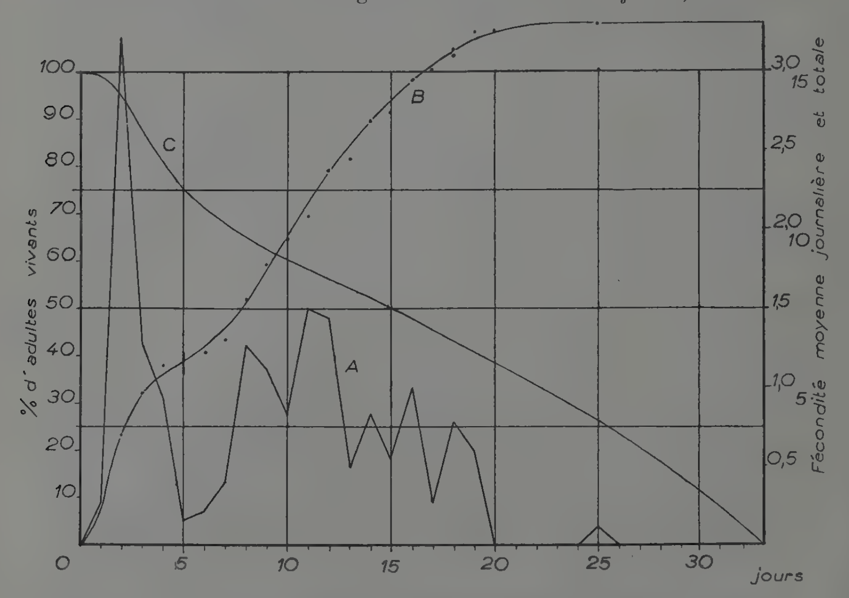


Fig. 33. — *B. brassicæ*. Fécondité moyenne journalière (A), totale (B) et longévité moyenne (C) de 20 virginipares ailés élevés à une température moyenne de 15°2.

conditions toutes différentes ; il a été déposé une nymphe au quatrième stade sur 10 pots renfermant un Chou vert recouvert d'une cage de rhodoïd. Les pots ont été placés dans la serre ; la température a varié de 15 à 33°, la température moyenne étant de 23° et l'humidité relative moyenne de 80 à 85 p. cent ; les larves ont été tuées au fur et à mesure de leur naissance.

D'autres élevages individuels ont été faits au laboratoire du 13 novembre au 23 décembre ; la température a varié de 14 à 20° (moyenne 17°).

A une température relativement élevée, mais variable, la longévité et la fécondité des virginipares ailés sont donc considérables. La période de durée de ponte est relativement courte ; quelques Aphides meurent peu de temps après la naissance des dernières larves mais d'autres (nos 1 et 7) peuvent encore vivre pendant 14 et 17 jours ; dans les

élevages réalisés à une température moyenne de 15° 2, quelques individus ont vécu de 10 à 20 jours après la fin de la ponte.

TABLEAU XIII.

Longévité, durée de la période de reproduction et fécondité de virginipares ailés élevés au laboratoire et aux températures moyennes de 17° et 23°.

Numéro d'ordre	Température moyenne : 17°			Température moyenne : 23°		
	Longévité	Durée de la ponte	Fécondité	Longévité	Durée de la ponte	Fécondité
1	24	9	18	24	10	28
2	23	17	28	18	16	31
3	28	11	23	10	10	14
4	24	13	25	2		0
5	22	11	19	22	12	27
6	24	12	29	5	5	12
7	15	12	24	27	10	20
8	3	3	3	17	16	24
9	19	12	13	18	16	21
10	22	17	33	8	7	15
MOYENNE	20,4	11,7	21,5	15,1	10,2	19,2

La comparaison des trois élevages montre aussi qu'à la température moyenne de 23°, la production des jeunes est légèrement accélérée, la fécondité un peu plus faible, et la durée de la vie des insectes plus courte qu'aux températures de 15° 2 et 17°.

5. Virginipares ailés nains. — Dans le courant du mois de novembre, nous avons observé, sur des Choux cultivés en pots dans une serre froide et portant un grand nombre de Pucerons, des ailés de très petite taille à côté d'ailés normaux. L'abdomen de ces Aphides ne contenait que 3 à 5 larves. Les 11 individus récoltés le 19 novembre et mis en élevage étaient tous morts le 26 novembre. Ces ailés nains ont été trouvés assez régulièrement dans la serre jusqu'au 15 décembre.

A la mi-novembre, alors que la température à l'intérieur de la serre oscillait autour de 0° depuis plusieurs jours, il y avait environ 10 p. cent de Pucerons adultes ailés et de nymphes dans les colonies se décomposant comme suit : 9 p. cent de mâles, 16 p. cent de virginipares ailés nains et 75 p. cent d'ailés normaux. A la mi-décembre, il a été dénombré sur les mêmes plantes, 2 p. cent de mâles, 37 p. cent d'ailés normaux et 51 p. cent d'ailés nains.

6. Époques d'apparition des virginipares ailés. — Le but principal de cette étude biologique était de déterminer les dates d'apparition des ailés et la variation du rapport numérique des virginipares aptères et ailés afin de voir si cette proportion restait sensiblement constante ou si, au contraire, il se produisait une apparition massive d'ailés à certaines périodes de l'année.

Au cours des années 1945 et 1946, nous avons fait des observations dans une serre et en plein air.

Observations faites dans la serre en 1945. — Les élevages ont été faits sur trois Choux en pots A, B, C, placés sous une cage de rhodoïd. La première génération a été constituée en mettant sur chaque Chou un virginipare aptère provenant de l'élevage en lignée pure. Les générations suivantes ont été formées en transportant sur un jeune pied de Chou un des derniers descendants de la femelle appartenant à la génération précédente.

Le tableau nº XIV indique les résultats des numérations faites pour chaque génération des lots A, B, C, les dates du début et de la fin de chaque génération, ainsi que la moyenne générale de la température au cours du développement des insectes appartenant à la génération considérée.

TABLEAU XIV.

Élevage de B. brassicæ dans la serre en 1945-1946.

Numéro de la génération	Dates du début et de la fin de l'expérience	Temp. moyenne	Lot A		Lot B		Lot C	
			Adultes aptères	Adultes ailés	Adultes aptères	Adultes ailés	Adultes aptères	Adultes ailés
1.......	2/ 7–18/7/45	28,2	23	0	22	0	21	0
2.......	16/ 7– 6/8	22,2	3	0	34	7	28	0
3.......	24/ 7–12/8	21,9	16	0	18	1	20	4
4.......	6/ 8–25/8	20,0	42	1	17	1	16	0
5.......	16/ 8–27/8	20,1	22	0	14	0	36	0
6.......	27/ 8–11/9	21,2	19	0	24	0	5	0
7.......	14/ 9–16/10	17,0	21	0	23	0	12	0
8.......	1/10–19/10	15,5	12	0	8	0		
9.......	19/10– 7/11	14,9	20	3	1	0		
10.......	11/12– 5/3/46	4,9	2	0	7	0		
11.......	5/ 3– 1/4	12,1	19	0	7	0		
12.......	1/ 4–28/4	19,0	31	1	9	0		
13.......	22/ 4–18/5	18,2	26	0	20	0		
14.......	16/ 5–18/6	21,2	22	0	24	0		
15.......	16/ 6– 8/7	25,3	18	0	17	0		

Les pourcentages d'ailés ont été très faibles pour toutes les générations, bien que les conditions de température et de lumière aient été des plus variables.

Il est à noter que les conditions de milieu existant dans la serre diffèrent notablement de celles existant en plein air ; la température est plus élevée, l'éclairage moindre, l'humidité relative plus réduite pendant la nuit.

Observations faites en plein air en 1945. — Il était donc intéressant de comparer ces résultats avec ceux fournis par les numérations faites en plein air. Dans ce but, nous avons utilisé la méthode suivante : un certain nombre de Choux cultivés en plein air étaient marqués au début de l'année et il était procédé, à intervalles réguliers, au décompte des Pucerons adultes, aptères ou ailés ainsi que des larves. Les Aphides parasité par des Hyménoptères étaient également dénombrés et enlevés lors de chaque relevé ; une inspection des Choux tous les deux ou trois jours était faite, en outre, pour enlever les larves de Syrphides. Lorsque

les Pucerons avaient complètement disparu d'une plante, les observations étaient poursuivies sur un autre Chou.

Les premières colonies de *B. brassicæ* n'ont été trouvées à Versailles que le 23 mai 1945 ; ce développement tardif est attribuable aux grands froids qui se sont fait sentir au cours de l'hiver et qui ont tué tous les virginipares aptères. Les Pucerons se sont multipliés rapidement et les premiers ailés ont été notés le 5 juin dans la proportion de 0,1 p. cent.

Dans le tableau ci-dessous, les abréviations suivantes ont été employées : A, pour les aptères au quatrième stade et les adultes ; L, pour les nymphes et les virginipares ailés ; J, pour les larves ; P, pour les Pucerons aptères ou ailés parasités ; les Syrphes étaient, de beaucoup, les prédateurs les plus nombreux.

Tableau XV.

Nombre de virginipares adultes aptères ou ailés, de larves et d'aphides parasités sur 10 pieds de Chou vert. Année 1945-1946.

Dates des observations	Totaux				p. cent ailés	p. cent parasités
	A	L	J	P		
Sur feuille :						
1er juin 1945	40	0	230	0	0	0
5 —	230	0	880	0	1	0
12 —	590	25	2415	0	4	0
21 —	155	635	510	0	80	0
27 —	10	700	422	0	87	0
2 juillet	37	7	392	0	16	0
6 —	50	10	270	0	16	0
11 —	82	36	298	0	30	0
16 —	36	8	162	0	18	0
23 —	30	8	118	34	21	47
30 —	22	0	68	20	0	48
6 août	20	0	51	75	0	79
14 —	19	0	84	0	0	0
23 —	19	3	250	0	13	0
31 —	28	0	144	2	0	6
7 septembre	14	2	66	0	12	0
14 —	12	2	140	1	14	6
21 —	17	3	73	6	15	23
28 —	14	1	58	7	6	31
6 octobre	22	3	53	5	12	16
11 —	11	1	38	10	10	45
19 —	12	1	27	8	7	38
26 —	9	0	24	1	0	10
5 novembre	6	0	19	0	0	0
10 —	4	0	40	1	0	20
19 —	28	0	45	0	0	0
26 —	40	0	32	0	0	0
3 décembre	34	0	15	0	0	0
20 —	11	0	3	0	0	0
22 janvier 1946	5	0	2	0	0	0
18 février	0	0	0	0	0	0
Sur hampe florale :						
1er juin 1945	6	0	28	0	0	0
5 —	80	0	180	0	0	0
12	110	3	620	0	2	0
21 —	32	150	50	0	80	0
27 —	2	0	8	0	0	0

Les numérations ont été faites sur des feuilles et sur une hampe florale de Chou. Nous voyons qu'en ce qui concerne l'année 1945, il y a eu une apparition importante d'ailés du 12 au 27 juin (*fig.* 34 et 35). Le pourcentage d'ailés a augmenté en automne, mais cela est surtout dû à la migration des ailés produits en grande abondance sur les pieds de Colza du voisinage : des colonies importantes se sont développées

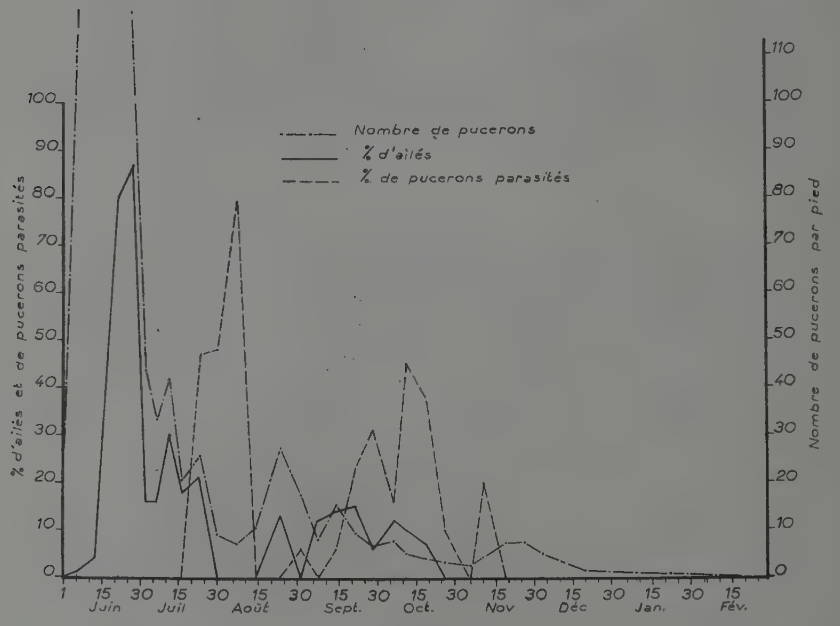


FIG. 34. — *B. brassicæ*. Nombre moyen de pucerons (aptères, ailés et larves) sur les feuilles de chou ; pourcentage d'ailés et de pucerons parasités. Année 1945-1946.

sur les fleurs de ces plantes et la surpopulation a amené la production d'un grand nombre d'ailés.

Observations faites au cours de l'année 1946. — Il a été procédé en 1946 à des observations analogues à celles qui ont été signalées précédemment. Les premiers ailés ont été trouvés le 26 février sur un Chou en pleine terre, dont une feuille hébergeait une forte colonie.

Nous avons procédé à intervalles réguliers à des numérations portant non seulement sur de jeunes Choux, mais aussi sur des Choux en fleurs ; les Pucerons se portent de préférence sur les hampes florales et forment rapidement des colonies compactes sur ces dernières, ce qui explique l'apparition précoce des ailés.

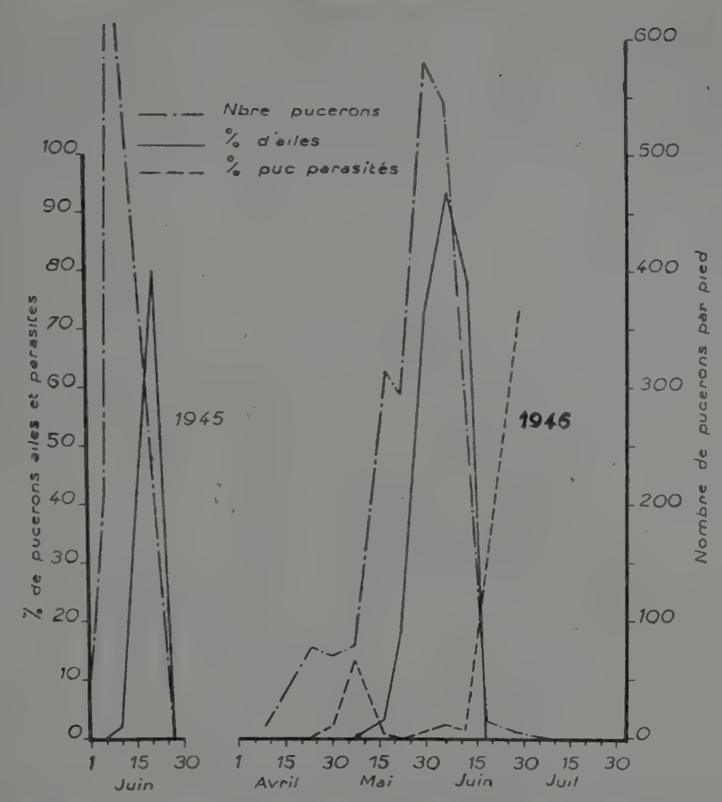


Fig. 35. — *B. brassicæ*. Nombre moyen de pucerons (aptères, ailés et larves) par hampe florale de chou ; pourcentage d'ailés et de pucerons parasités. Années 1945 et 1946.

Tableau XVI.

Nombre de virginipares adultes aptères et ailés, de larves d'aphides parasités et de prédateurs sur des hampes florales de Chou vert. Année 1946.

Dates des observations	Totaux					p. cent d'ailés	p. cent parasités	Prédateurs
	A	L	J	P	A · L			
8 avril	86	0	0	0	86	0	0	
23 —	74	0	700	0	74	0	0	
30 —	580	4	126	16	584	0	2	2
7 mai	204	0	560	32	204	0	12	
16 —	1800	58	1250	22	1858	3	1	12
21 —	1750	386	800	6	2136	18	0	8
29 —	940	2520	2320	50	3460	72	1	6
4 juin	270	3600	1600	104	3870	93	2	6
11 —	408	1460	800	30	1868	78	1	140
18 —	20	0	100	14	20	0	41	0
28 —	8	0	16	22	8	0	73	0
9 juillet	0	0	0	0	0			0

Le 8 avril, nous avons choisi 20 pieds : 10 étant constitués par des Choux repiqués à l'automne et 10 par des Choux âgés d'un an et présentant une hampe florale ; tous ces pieds étaient porteurs de Pucerons. Par suite de l'action des larves de Syrphes, des colonies ont été complètement anéanties dans le courant de la saison. Durant la période du 2 au 9 juillet, de très fortes chaleurs ont amené le dessèchement complet des hampes florales et le départ des Pucerons qui s'y trouvaient ; les quelques Pucerons qui subsistaient sur les feuilles de Choux ont également disparu.

TABLEAU XVII.

Nombre de virginipares adultes aptères ou ailés, de larves, d'aphides parasités et de prédateurs sur des feuilles de Chou vert. Année 1946.

Dates des observations	Totaux					p. cent d'ailés	p. cent parasités	Prédateurs
	A	L	J	P	A + L			
8 avril	22	0	0	0	22	0	0	
23 —	12	0	200	2	12	0	14	
30 —	144	0	96	0	144	0	0	
7 mai	202	0	620	32	202	0	13	
16 —	762	0	1916	0	762	0	0	
21 —	660	40	260	8	700	5	1	2
29 —	184	200	326	10	384	52	2	8
4 juin	20	102	30	0	122	83	0	2
11 —	6	2	16	4	8	25	33	2
18 —	8	2	36	0	10	20	0	
28 —	14	1	6	0	15	6	0	
9 juillet	8	0	0	0	8	0	0	
18 —	5	0	0	0	5	0	0	
25 —	10	0	47	0	10	0	0	
2 août	6	0	58	4	6	0	66	
8 —	6	0	66	2	6	0	25	
13 —	6	0	98	0	6	0	0	
22 —	6	0	18	0	6	0	0	
29 —	4	0	0	0	4	0	0	
5 septembre	10	0	0	0	10	0	0	
12 —	12	0	92	2	12	0	14	
20 —	32	0	40	0	32	0	0	
25 —	26	0	198	0	26	0	0	
3 octobre	12	0	184	2	12	0	14	
10 —	18	0	102	0	18	0	0	
17 —	60	64	38	4	124	51	3	
24 —	34	14	154	30	48	29	38	
31 —	24	2	126	10	26	7	27	
8 novembre	36	4	170	8	40	10	16	
15 —	10	0	98	0	10	0	0	
22 —	46	6	52	0	52	11	0	
28 —	76	2	32	0	78	2	0	
10 décembre	68	0	40	0	68	0	0	

Les ailés sont apparus sur les tiges florales de Chou à partir du 16 mai ; les pourcentages maxima d'ailés ont été notés au début de juin en corrélation avec une très forte densité de population et le début du dessèchement des tissus. Les pieds de Colza non arrachés ont fleuri une nouvelle fois en automne et ont été très fortement infestés, ce qui a provoqué l'apparition d'un grand nombre d'ailés depuis le 7 octobre jusqu'aux fortes gelées qui se sont produites dans la deuxième décade de décembre.

En 1945, les Choux sur lesquels étaient faites les observations étaient éloignés des pieds de Colza : il n'y a donc pas eu d'infestation des Choux par les ailés produits sur les tiges florales de Colza et la proportion d'ailés a été à peu près nulle pendant tout l'automne.

En reportant les résultats de ces numérations sur un graphique (*fig.* 36), nous voyons que les pourcentages maxima d'ailés ont eu lieu

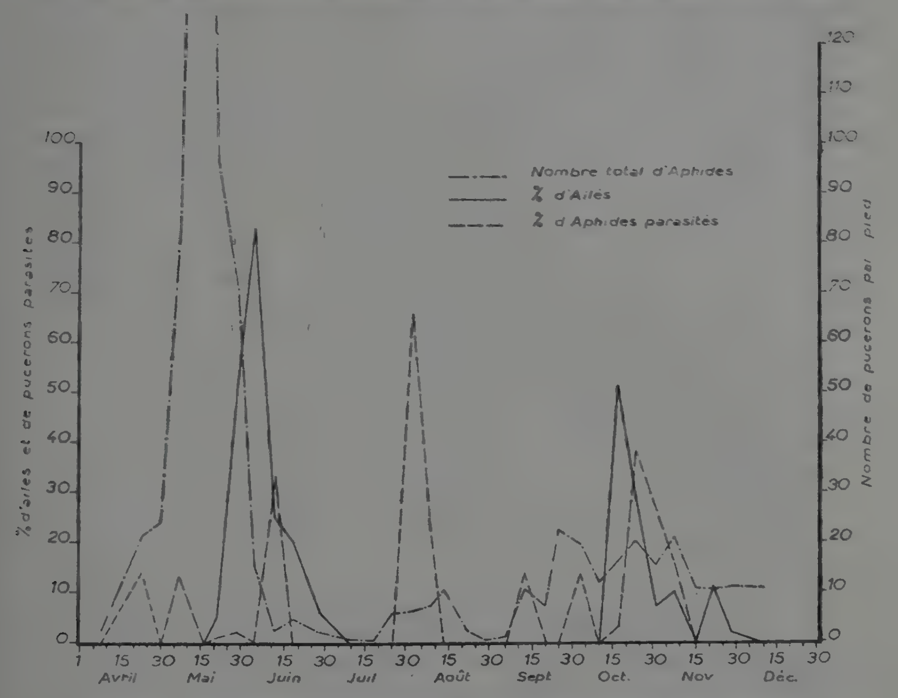


FIG. 36. — *B. brassicæ*. Nombre moyen de pucerons (aptères, ailés et larves) sur les feuilles de chou ; pourcentage d'ailés et de pucerons parasités. Année 1946.

un peu plus tard qu'en 1945, tant pour les Pucerons se développant sur les hampes florales de Colza que sur les feuilles de Chou ; il semble que l'on puisse en conclure que la période s'étendant de la fin mai à la fin juin réunisse les conditions les plus favorables à la production des virginipares ailés.

Les observations faites sur les Choux cultivés dans la serre donnent des résultats différents ; les ailés n'apparaissent en proportion importante à aucune époque de l'année. Il est à remarquer que, dans ce dernier cas, les notations n'ont porté que sur des élevages individuels et qu'en conséquence, il n'y a jamais eu une surpopulation marquée, ni un dépérissement notable de la plante-hôte.

En plein air, le maximum d'ailés a eu lieu une vingtaine de

jours plus tard en 1945 qu'en 1946 ; on pourrait attribuer cela à une température moyenne printanière plus élevée en 1946 qu'en 1945, qui aurait augmenté le nombre des générations et la fécondité moyenne journalière. Il n'en est rien, puisque la température moyenne journalière a été de 11° du 1er février au 20 juin 1945, contre 9° 6 pour la même période en 1946. Le décalage observé dans l'apparition des ailés pour les années 1945 et 1946 est attribuable aux différences existant entre les minima absolus des hivers 1944-45 et 1945-46 ; le froid de — 18° 5 survenu le 13 janvier 1945 a entraîné la mort de tous les virginipares, alors que ceux-ci ont pu subsister pendant l'hiver 1945-46 ; dans ce dernier cas, les virginipares ont pu se reproduire dès la fin de l'hiver et engendrer très tôt des colonies importantes ; en 1945, au contraire, l'espèce n'a pu se multiplier qu'à partir des descendants des fondatrices ; la surpopulation, puis l'apparition des ailés, n'ont donc pu se produire qu'à des dates plus tardives.

7. Virginipares intermédiaires. — Nous avons décrit (p. 24-27) des Pucerons présentant des caractères intermédiaires entre les virginipares aptères et les virginipares ailés. Ces Pucerons ont été observés en plein air à toute époque de l'année, mais ils sont un peu plus fréquents à l'automne.

Nous avons également noté à maintes reprises des intermédiaires dans les expériences faites au laboratoire ou dans des étuves à température constante.

L'élevage de ces formes particulières a montré que leur fécondité et leur longévité sont intermédiaires entre celles des virginipares aptères et ailés.

Tableau XVIII

Fécondité et longévité comparées des aphides intermédiaires et des virginipares aptères ou ailés (Élevage au laboratoire, temp. moy. 17°).

Nombre de jours après la mue imaginale	Ailés				Intermédiaires				Aptères			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	0	2	5	3	3	1	3	2	4	3	2	5
5	3	11	9	4	9	8	5	7	14	9	8	12
8	14	14	15	12	16	16	12	13	26	19	18	23
11	17	16	22	18	19	20	28	22	33	26	28	29
13	18	17	29		26	32	30	28	35	29	34	33
16	19	20			29	36	32	29	39	34	36	35
19						42	40	32	40	34	38	36
21						44			40	35	40	38
24						49			41	37	40	39
26									42	38	41	40
28									42		41	41
30												41
Longévité en jours	22	21	24	22	19	29	31	25	30	28	35	33

8. Plantes hôtes. — *B. brassicæ* peut se trouver sur un grand nombre de plantes. D'après Börner (1921), les espèces les plus parasitées sont celles qui renferment de l'huile de moutarde (isothiocyanate

d'allyle), celles qui n'en possèdent pas étant seulement attaquées quand elles se trouvent à proximité de plantes très fortement parasitées.

Les hôtes normaux de *B. brassicæ* sont en Allemagne, d'après Börner : *Diplotaxis tenuifolia*, *Diplotaxis muralis*, *Erucastrum pollichii*, *E. obtrusangulatum*, *Brassica nigra*, *B. oleracea*, *B. napus* (toutes les formes cultivées), *B. rapæ* (toutes les formes cultivées), *Sinapis alba*, *S. arvensis*, *Eruca sativa*, *Raphanus raphanistrum*, *R. sativus* (toutes les formes cultivées), *Rapistrum rugosum*, *Myagrum perfoliatrum*, *Crambe maritima*.

Le même auteur a observé de petites colonies sur : *Bunias erucago*, *Sisymbrium officinale*, *S. sophia*, *Arabis (Turritis) glabra*, *Lunaria annua*, *Lepidium graminifolium*, *L. amplexicaule*, *Cochlearia arctica*.

Aux Etats-Unis, Herrick et Hungate l'ont trouvé sur les Choux-navets, Choux-fleurs, Choux de Bruxelles, Choux-brocolis, Rutabaga, sur les hampes florales de Radis et de Choux, *Isatis tinctoria*, *Brassica alba*, *Sinapis arvensis*, *S. nigra*, *Raphanus raphanistrum*, *Brassica fructulosa*, *Brassica adpressa*, *Diplotaxis tenuifolia*.

En Angleterre, Petherbridge et Mellor (1936) le signalent sur les Choux de Bruxelles, les Choux-fleurs, les Choux-brocolis, les Choux à moelle, les Choux communs, les Choux-raves, ainsi que sur *Sinapis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*; *Raphanus maritimus*, *Cardamina hirsuta* (dans une serre) et *Brassica (Diplotaxis) muralis*.

D'après Smith (1931), le Puceron cendré du Chou parasite toutes les Crucifères notamment les Choux de Bruxelles, les Navets, les Rutabagas. *Capsella bursa-pastoris*, *Sinapis arvensis*, *Isatis tinctoria*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Erysimum sp.* Theobald (1927) le signale sur les mêmes plantes et, en outre, le Radis *(Raphanus sativus)*, *Bunias erucago*, *Erysimum canescens*.

Divers auteurs ont trouvé ce Puceron sur des plantes appartenant aux familles suivantes : Légumineuses, sur Vesces dans l'ouest de l'Oregon (Etats-Unis) par H. E. Ewing (1914) et sur Haricots également aux Etats-Unis, par J. Zaumeyer; Solanacées (Tabac) à Poltara (U.R.S.S.) par Borodine (1915); Résédacées (*Reseda luteola*) en Allemagne, par Börner (1921); Malvacées (Coton) dans le Turkestan, par V. Plotnikov (1915).

Dans la région parisienne, nous avons observé de nombreuses colonies de *B. brassicæ* sur les Choux ordinaires verts et rouges, les Choux de Bruxelles, les Choux-fleurs et Choux-brocolis, les Radis, les Colzas d'hiver et de printemps (avec des colonies très importantes sur les hampes florales).

Il était intéressant de voir si le Puceron pouvait effectuer un choix parmi les différentes Crucifères mises à sa disposition, en désertant une espèce pour se porter sur une autre et de préciser si certaines espèces de plantes-hôtes favorisaient plus que d'autres la production de virginipares ailés.

Dans ce but, nous avons placé côte à côte huit espèces de Crucifères plantées dans des pots de 20 cm de diamètre ; chaque pot renfer-

mait une plante et il y avait six pots pour chaque espèce végétale ; toutes ces plantes étaient placées dans une serre dont l'éclairage était tamisé. Les diverses espèces de plantes avaient sensiblement la même hauteur et la même surface foliaire, à l'exception du Cresson Alénois par suite de l'étroitesse des feuilles. Chaque pot était distant de son voisin d'environ 5 cm, afin que les feuilles de pots voisins ne se touchent pas. Pour aller d'une plante à l'autre, les Aphides devaient donc atteindre la plate-forme supportant les pots et grimper ensuite le long d'un autre pot. Une forte proportion de Pucerons sont tombés au cours de leurs déplacements sur le feuillage et il y a eu constamment un grand nombre de Pucerons circulant sur le support.

Un virginipare aptère a été déposé le 23 juillet sur chaque plante ; tous les deux ou trois jours, nous avons compté les Pucerons et enlevé les nymphes aptères ou ailées. Durant l'expérience, la température a varié de 15° à 31° (moyenne 23°) ; une haute humidité relative de l'air était obtenue par l'arrosage du sol de la serre. Entre les six plantes de la même espèce, il n'a pas été observé de différences marquées quant à la vigueur des plantes, à la fécondité des mères, aux déplacements des larves, ainsi qu'à la proportion d'aptères et d'ailés, de sorte que les résultats obtenus peuvent être considérés comme ayant une bonne valeur expérimentale.

Le tableau suivant indique le total des numérations faites sur les six plantes de chaque espèce :

TABLEAU XIX.

Fécondité des aptères et proportion d'ailés sur diverses crucifères.

	Nombre de jeunes le 27/7	Dates des observations										Totaux		p. cent ailés
		31/7		21/8		3/8		6/8		8/8				
		Apt	Ail	Apt	Ail	Apt	Ail	Apt	Ail	Apt	Ail	Apt	Ail	
Cresson alenois	67	19	1	8	2	4	0	9	2	13	2	53	7	9,9
Chou rouge	112	32	0	43	0	15	1	31	2	48	0	169	3	1,7
Chou de Bruxelles	98	28	1	33	1	6	2	34	8	40	0	141	12	7,7
Colza de printemps	38	7	2	31	1	19	0	45	1	35	0	137	4	2,8
Radis	42	8	1	15	1	12	1	27	2	31	2	93	17	15,4
Navette de printemps	50	1	0	22	1	7	1	31	2	43	1	104	5	4,5
Navet	58	8	0	3	1	16	5	40	1	37	1	114	8	6,5
Moutarde	43	14	0	30	0	2	0	61	2	26	1	133	3	2,2

Nous avons constaté que les Aphides sont restés sur certaines plantes (Chou rouge, Chou de Bruxelles, Moutarde, Navette) et en ont délaissé d'autres (Radis et surtout Cresson Alénois). Des ailés sont apparus sur toutes les plantes, mais dans une proportion différente suivant les espèces. La sensibilité des tissus foliaires aux piqûres des insectes a été très variable ; l'emplacement occupé par les Aphides a jauni beaucoup plus rapidement chez le Radis, le Navet, le Chou de Bruxelles que chez les Choux ordinaires, le Colza, la Navette et la Moutarde.

9. Facteurs limitatifs de la pullulation. — La multiplication de *B. brassicæ* est fortement entravée par l'action des facteurs climatiques, des prédateurs et des parasites.

Les fortes précipitations peuvent entraîner la mort d'un grand nombre de Pucerons et principalement des larves et des ailés ; la mortalité varie suivant la violence de la pluie, l'emplacement occupé par les insectes sur les plantes et la nature de ces dernières. Les Aphides se trouvant à une faible distance du sol sont beaucoup plus vulnérables que ceux placés sur des parties élevées de la plante ou à l'intérieur de celles-ci ; les feuilles larges, rigides, comme celles des Choux âgés, protègent mieux l'animal que les feuilles étroites ou molles des



Fig. 37. — *Epistrophe balteatus* Deg. Femelle.

Moutardes, des Capselles ou des jeunes Choux. Nous avons noté à la suite d'un violent orage, qui eut lieu au mois de juin, une diminution numérique des colonies d'environ 20 p. cent sur des Choux âgés et de 90 p. cent sur de jeunes Choux ne présentant que 4 à 5 feuilles.

Les prédateurs les plus importants appartiennent aux familles des Syrphidæ et des Coccinellidæ. Les larves de Syrphes sont particulièrement abondantes à la fin du printemps et en automne ; l'espèce la plus commune est *Epistrophe (Syrphus) balteatus* Deg. (*fig.* 37), qui apparaît dès la mi-mars et présente plusieurs générations dans l'année ; la ponte a lieu jusqu'à la mi-novembre et les larves sont actives jusqu'au début de décembre ; les autres espèces sont moins fréquentes : *Syrphus ribesii* L. (*fig.* 38 et 39), *S. auricollis* Meig., *S. luniger* Meig., *S. corollæ* Fab., *Sphærophoria scripta* L., *Sphærophoria menthastri* L. *Sphærophoria flavicauda* Zett., *Lasiophticus pyrastri* L. (*fig.* 40). Les larves de ces différentes espèces sont, dans la région versaillaise, les principaux agents de destruction des colonies de *B. brassicæ* qui apparaissent au printemps et en automne.

Les Coccinelles ont une action plus limitée ; les espèces les plus courantes sont *Adalia bipunctata* L. et *Coccinella septempunctata* L. Les larves d'Hémérobe et de Chrysopes sont assez rares sur les Choux et le nombre des larves de Cécidomyies aphidiphages très variable.

Le parasite le plus commun est *Aphidius (Diœretus) rapœ* Curt [1] que nous avons observé en plein air dès le 26 juin ; dans une serre froide où avaient été cultivés des Choux pendant l'hiver, un grand nombre d'adultes sont apparus et se sont accouplés du 8 au 15 février,



FIG. 38. — *Syrphus ribesii* L. Mâle ; en bas, tête vue de profil.

bien que la température ne fût pas supérieure à 12° et qu'elle descendît la nuit à 2°.

Une autre espèce fréquente est *Aphidius brassicœ* Marsh., qui se reproduit depuis le mois de mars jusqu'au début de décembre. L'activité de ces deux espèces est particulièrement marquée en automne : 30 à 40 p. cent des Pucerons sont fréquemment parasités et nous avons même noté 70 p. cent d'Aphides parasités le 14 décembre 1946, les mois de novembre et de décembre ayant été anormalement chauds.

La résistance au froid de ces Hyménoptères est considérable et bien supérieure à celle des virginipares aptères ; des *Aphidius* sont sortis, le 13 janvier, d'aptères qui avaient été tués par le froid du 21 décembre 1946 (minimum — 14° 3, à 2 m sous abri) et mis à la température du laboratoire le 26 décembre.

Enfin, nous avons observé deux Champignons entomophytes,

(1) Détermination A. GRANGER.

dont l'un donne une couleur rosée à son hôte et l'autre une teinte blanchâtre ; ils se développent surtout à la suite de périodes humides et chaudes.

B. — Myzus persicæ.

A Versailles, les œufs éclosent généralement dans le courant du mois de mars ; les fondatrices adultes sont notées dès le 22 avril 1947, le 2 avril 1948 et le 12 avril 1949 ; elles sont résistantes au froid et, même les néonates, peuvent supporter des températures de — 4° à — 6°.

L'éclosion peut se produire beaucoup plus tôt si la température est suffisamment élevée : des œufs pondus à partir du 1er novembre 1948 sur des Pêchers en plein air, et placés le 5 janvier dans un local où la température moyenne était de 19°, ont éclos dès le 15 janvier, soit deux mois et demi après la ponte. 42 œufs de la même provenance, mis au laboratoire le 1er février ont éclos d'une manière échelonnée : 2 le 2 février, 3 le 9, 2 le 10, 3 le 11. Avec des œufs récoltés le 21 février, il a été observé 9 éclosions le 24 février, 2 le 25, 9 le 26, 5 le 28, 7 le 29. La douceur anormale de l'hiver a donc permis un développement précoce de l'embryon et il a suffi d'un bref séjour à une température de 19° pour que l'éclosion se produise en quelques jours, parfois même le lendemain. Il est vraisemblable que, dans de semblables conditions, des fondatrices peuvent naître précocement en plein air et mourir d'inanition, les bourgeons de Pêcher ne s'étant pas encore développés ; cela semble confirmé par le fait que, sur les 4 Pêchers qui étaient en observation et qui avaient reçu en automne un grand nombre d'œufs, 2 fondatrices seulement ont été notées.

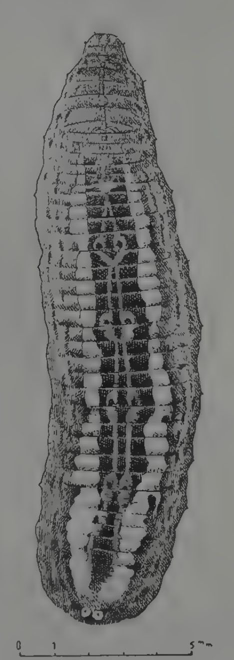


Fig. 39. — Larves au dernier stade de *Syrphus ribesii* L.

Nous avons élevé 7 fondatrices au laboratoire, sur des rameaux coupés de Pêcher ; elles ont engendré 42, 44, 47, 48, 52, 55 et 65 larves qui étaient toutes aptères *(fundatrigeniæ apteræ)* (1). En plein air, les *fundatrigeniæ apteræ* sont devenus adultes à partir du 10 mai 1947 et du 16 avril 1948. Les piqûres de la fondatrice et de ses larves ont provoqué rapidement une crispation du feuillage.

Les *fundatrigeniæ apteræ* (constituant la première génération) ont engendré des aptères et des ailés (*migrans alate* ou émigrants), qui ont abandonné le Pêcher et se sont portés sur des plantes-hôtes

(1) Dans un autre élevage, une fondatrice a donné naissance à des *fundatrigeniæ apteræ et alatæ*.

secondaires. Les aptères de la seconde génération ont produit presque exclusivement des émigrants ; aussi, dès le 8 juin 1947, le 19 mai 1948 et le 15 mai 1949, il était très difficile de trouver un Puceron aptère sur le Pêcher.

Les émigrants s'envolent principalement aux heures chaudes de la journée ; ils sont fréquemment emportés par les vents dominants et vont se poser sur les végétaux les plus divers jusqu'à ce qu'ils trouvent une des nombreuses plantes qui leur conviennent. GILLETTE et TAYLOR (1908), TAYLOR (1908), ESSIG (1912), SWAIN (1919), HORSFALL (1924),



FIG. 40. — *Lasiophticus pyrastri* L. Femelle.

THEOBALD (1926), DAVIDSON (1926), NEWSKY (1929), PATCH (1938) ont donné des listes de plantes-hôtes secondaires qui appartiennent aux familles botaniques les plus variées : Crucifères (Chou, Colza), Salsolacées (Betterave, Epinard), Solanées (Pommes de terre, Tomate, Tabac), Graminées (Blé, Orge, Maïs, Seigle), etc.

Les ailés déposent leurs larves de place en place et ce sont ces dernières qui constituent la souche des générations qui vont se succéder pendant toute la belle saison.

1. Détermination des époques de pullulation et d'apparition des virginipares ailés. — Les observations furent faites sur des cultures de Pommes de terre en deux endroits : à Versailles (climat séquanien) et à Coray [1], dans le Finistère (climat maritime), afin de déterminer le rôle des facteurs climatiques. Les notations furent opérées de la manière suivante : dès l'apparition des ailés (émigrants

[1] Notations dues à l'obligeance de M. PERENNEC, Instituteur, en collaboration avec la Fédération nationale des Producteurs de plants de pommes de terre sélectionnées.

ou virginipares ailés) sur les Pommes de terre, 20 à 33 pieds furent marqués par parcelle ; pour chaque pied, les numérations furent d'abord faites sur une feuille de la base comprenant 4 à 6 folioles (appelée « feuille inférieure »), puis, au fur et à mesure de la croissance de la plante, sur une feuille d'apparition plus tardive (« feuille moyenne ») et enfin sur une feuille du sommet de la plante (« feuille supérieure ») ; la « feuille inférieure » parvenant à maturité plus précocement que la « feuille moyenne » et *a fortiori* que la « feuille supérieure », il était possible de cette manière de déterminer l'influence de l'alimentation sur l'apparition des formes ailées.

a) Influence des facteurs climatiques sur la pullulation. — A Versailles, les premiers Pucerons ailés furent observés sur les Pommes de terre à partir du 30 juin 1947 (15 ailés pour 100 pieds) ; leur nombre augmenta progressivement et le 7 juillet, il y eut 65 ailés pour 100 pieds. Il fut noté, suivant les variétés, de 7 à 22 ailés pour 100 plantes dès le 27 mai 1948 ; et de 4 à 13 ailés le 3 juin 1949 [1].

La précocité de l'apparition des ailés en 1948 laissait présager une très forte invasion de Pucerons ; leur arrivée tardive sur les Pommes de terre en 1947 permettait, au contraire, de prévoir une faible pullulation. C'est l'inverse qui a eu lieu ; il s'est produit une multiplication extraordinaire des Aphides en 1947, alors que leur nombre a régressé dès la fin du mois de juin 1948 et est devenu presque nul en juillet (*fig.* 41).

L'examen des conditions climatiques présentées par les deux années fournit l'explication de ce phénomène. En 1947, la dernière décade de juin a été chaude (température moyenne 19°46) ; les précipitations du 21 (1,5 mm) et du 28 (44 mm) ont détruit beaucoup de Pucerons ailés, mais relativement peu de nymphes ; sur diverses plantes-hôtes secondaires autres que les Pommes de terre (Crucifères en particulier), un grand nombre d'ailés sont apparus du 30 juin au 10 juillet et sont allés infester les Pommes de terre. Du 1er au 10 juillet, la température moyenne a été de 16°86 ; il ne s'est produit qu'une précipitation de 4,5 mm, ce qui a permis aux ailés d'engendrer rapidement un grand nombre de larves dont la croissance s'est effectuée dans les meilleures conditions ; des ailés ont abandonné à nouveau diverses plantes-hôtes secondaires et se sont portés sur les Pommes de terre. Du 10 au 20 juillet, la température moyenne a été de 18° 73 et les précipitations n'ont été que de 9 mm ; à la décade suivante, la température moyenne s'est élevée à 24° 65 et il n'a été enregistré que 0,8 mm de précipitation.

Il a été compté le 16 juillet, sur la variété Bintje plantée le 21 avril, 244 Pucerons (aptères, ailés et larves) en moyenne pour trois feuilles, 372 le 22 juillet, 78 le 29 juillet, 0 le 6 août.

Le mois de juin fut plus froid en 1948 qu'en 1947 (moyennes par

[1] Les notations faites en 1949 ne sont pas mentionnées car elles présentent de grandes analogies avec celles de 1947.

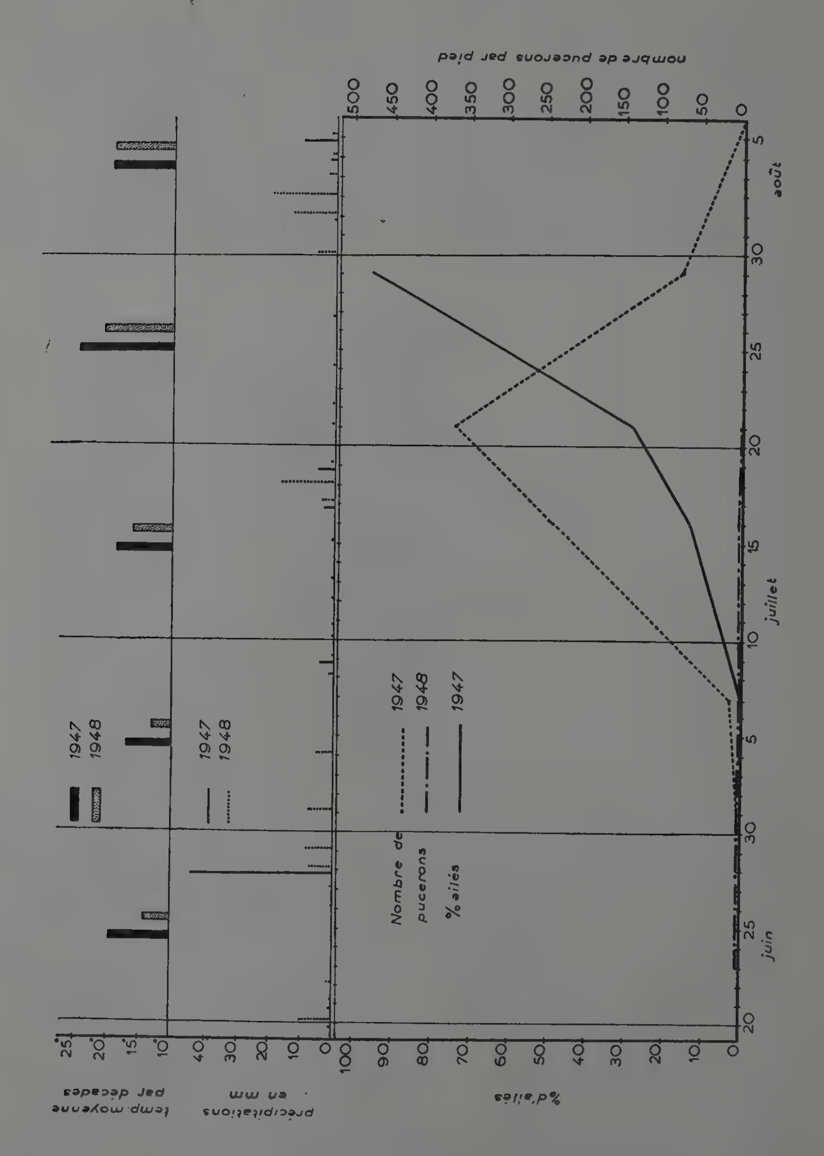


FIG. 41. — *M. persicæ*. Influence des conditions climatiques sur la pullulation et l'apparition des ailés. Versailles 1947 et 1948. Variété Bintje.

décade : première, 15° 5 ; deuxième, 16° 75 ; troisième, 14° 2). Des précipitations eurent lieu pendant 18 jours, dont 7 du 13 au 20 juin, ce qui a amené la mort d'un grand nombre d'ailés et de leurs larves. La température fut anormalement basse durant la première décade de juillet (13° en moyenne, avec 5 jours pluvieux) ; elle s'éleva un peu à la seconde décade (moyenne 16° 15), mais l'on enregistra encore 6 jours pluvieux, ce qui a entravé la reproduction des Pucerons aptères ; la population aphidienne est restée constamment très faible ; elle a été, par pied, pour la variété Bintje plantée le 8 avril, de : 0,74 le 27 mai ; 1,58 le 11 juin, 1,14 le 18 juin, 0,95 le 23 juin, 0,05 les 7 et 16 juillet.

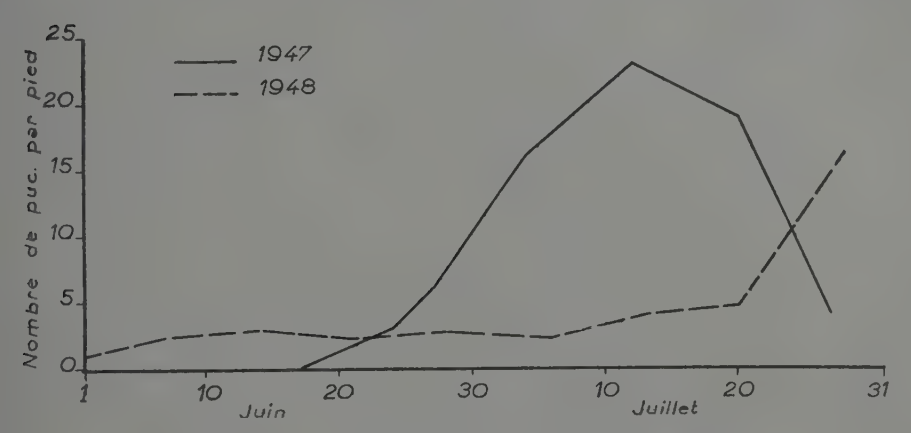


Fig. 42. — *M. persicæ*. Influence des conditions climatiques sur la pullulation
Coray (Finistère). Variété Eerstelingen en 1947, Bintje en 1948.

En résumé, des précipitations fréquentes, quoique peu abondantes, survenant au moment (troisième décade de mai) où un grand nombre de nymphes devenaient adultes, ont détruit une forte proportion de ceux-ci et empêché les déplacements des survivants ; la fréquence des pluies au cours du mois de juin et la température relativement basse ont entravé la reproduction des ailés qui avaient pu se porter sur les Pommes de terre.

Les numérations faites dans le Finistère ont fourni des résultats comparables, mais les différences ont été beaucoup moins marquées (*fig.* 42), les écarts entre les conditions climatiques générales des années 1947 et 1948 étant atténuées par le voisinage de la mer. La température a été, pour les mois de mai, juin et juillet 1947, nettement supérieure à celle de 1948 : la température moyenne a été en juin 1948 : première décade, 12,5 ; deuxième décade, 13° ; troisième décade, 15°. En juillet : première décade, 16° ; deuxième décade, 16°.

Les précipitations ont été moins fréquentes en 1947 qu'en 1948 ; en 1947, il y eut 5 jours pluvieux en juin et 2 en juillet, alors qu'en 1948,

il fut noté 8 jours pluvieux en juin et 4 dans la première décade de juillet ; en outre, durant toute la seconde décade de juin, le vent a soufflé de la mer et l'humidité relative de l'air a été très élevée au cours de toute cette période. Les pourcentages de formes ailées furent constamment très faibles : les m xima furent notés le 4 juillet 1947 (6,3 p.

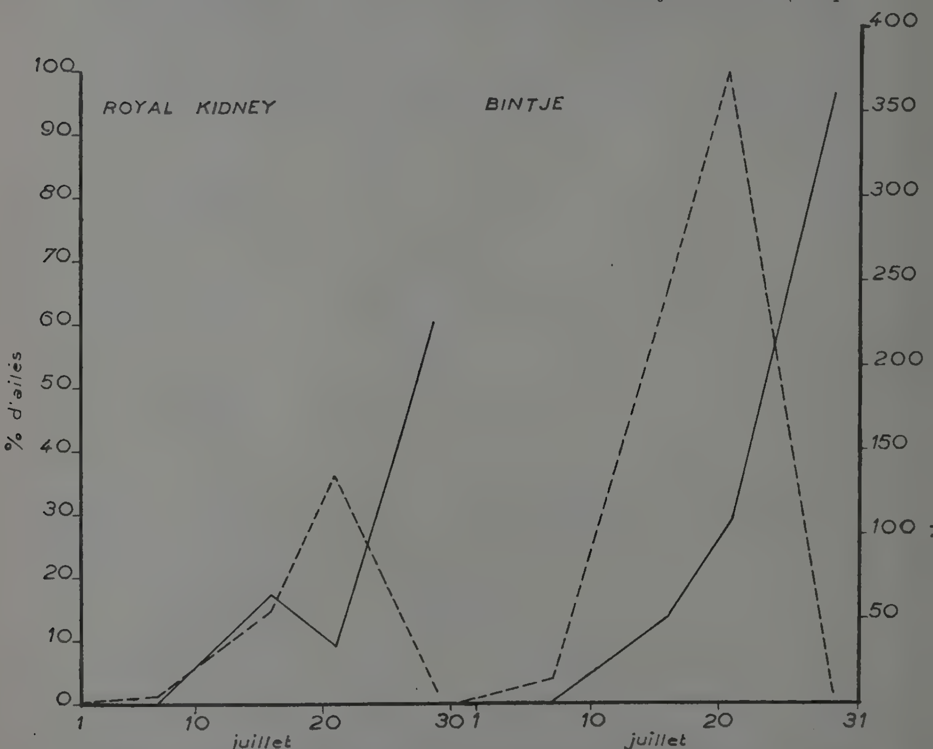


FIG. 43. — *M. persicæ*. Influence de la variété sur la pullulation et la production des ailés. Variétés Royal Kidney et Bintje plantées le 21 avril 1947 (en pointillé, nombre de pucerons, en trait plein, pourcentage d'ailés).

cent), le 27 juillet 1947 (11,7 p. cent, par suite du dessèchement des plantes) et le 6 juillet 1948 (6,86 p. cent).

La comparaison des courbes de pullulation des Pucerons obtenues en 1947, à Versailles et dans le Finistère, montre l'action défavorable des climats maritimes (humidité relative élevée de l'air combinée à une température modérée) sur la multiplication des Aphides ; c'est pourquoi les maladies à virus de nombreuses plantes, et notamment des Pommes de terre, se transmettent beaucoup plus difficilement dans les régions situées au bord de la mer que sous les climats continentaux ou semi-continentaux.

CAIRASCHI (1942-1944) a procédé en diverses régions de la France,, à des numérations des principales espèces d'Aphides (*Myzus persicæ* Sulz., *Macrosiphum gei* Koch, *Myzus pseudosolani* Theob. et *Aphis rhamni* Boyer) nuisibles à la Pomme de terre ; la pullulation maximum a eu lieu à des dates très différentes suivant les localités : fin juin à Antibes,

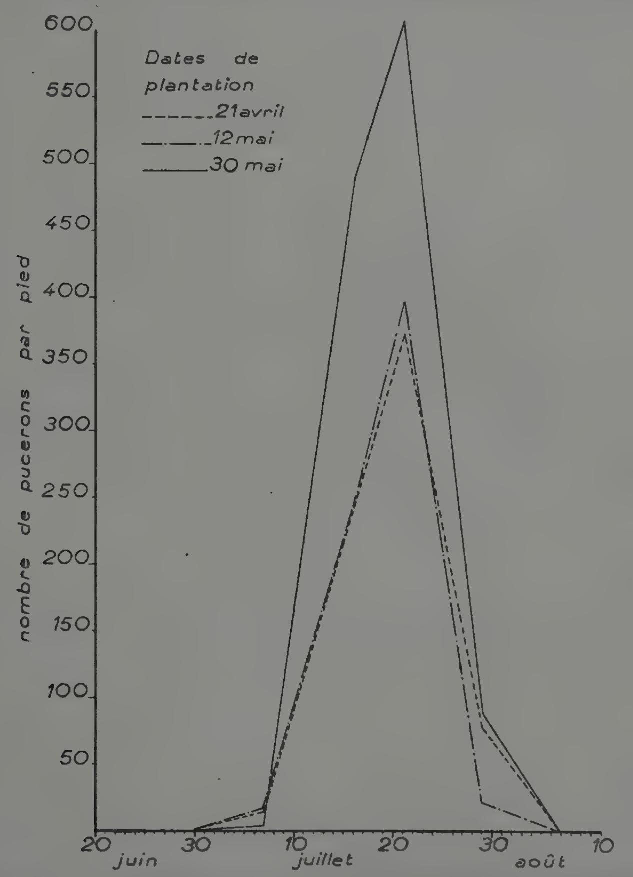


FIG. 44. — *M. persicæ*. Influence de la date de plantation sur la pullulation. Variété Bintje plantée le 21 avril, le 12 mai et le 30 mai 1947.

début juillet dans la région parisienne, fin août dans les régions montagneuses (Jura, Massif Central, à l'altitude de 800 à 1.000 m).

b) INFLUENCE DE LA MATURITÉ DES TISSUS VÉGÉTAUX SUR LA PULLULATION. — L'influence de la maturité de la plante-hôte a été déterminée par des numérations effectuées sur différents lots de Pommes de terre plantées côte à côte. Les observations ont été faites sur deux variétés demi-hâtives :

1° La variété Royal Kidney plantée le 21 avril;

2° Trois lots de la variété Bintje plantés le 21 avril, les 12 et 30 mai.

Les résultats suivants expriment le nombre de Pucerons comptés sur une feuille inférieure, une feuille moyenne et une feuille supérieure (moyenne de 33 pieds de Pommes de terre pour chaque lot) ; ils donnent une idée générale des fluctuations de la population aphidienne sur l'ensemble de la plante.

La croissance de la Royal Kidney a été beaucoup plus rapide que celle de la Bintje ; le 2 juin, le feuillage de la première variété avait une hauteur moyenne de 40 cm, alors que celui de la seconde ne dépassait pas 25 cm.

Les larves produites par les virginipares ailés se sont, par conséquent, nourries de feuilles relativement plus âgées sur la variété Royal Kidney que sur la variété Bintje, ce qui s'est traduit par une population notablement plus forte chez cette dernière (*fig.* 43).

Des observations similaires faites sur une variété demi-tardive (Ostbote) ne sont pas mentionnées dans ce travail, la sécheresse ayant provoqué une maturité irrégulière ; la fécondité des Pucerons au cours du mois de juillet a été moins élevée sur cette variété que sur la Bintje, dont les feuilles étaient moins âgées. Ceci montre que la fécondité des Pucerons diffère suivant la variété ; certaines variétés, la plupart d'origine étrangère, telle que Ackersegen, ont rarement une population aphidienne élevée.

Il a été obtenu des résultats analogues avec la variété Bintje plantée à trois dates différentes (*fig.* 44).

TABLEAU XX.

Population totale (aptères, ailés et larves), nombre d'ailés et pourcentage d'ailés sur les feuilles inférieure, moyenne et supérieure de différentes variétés (1947)

	R. Kidney 21/4			Bintje 21/4			Bintje 12/5			Bintje 30/5		
	A, L et larves	L	p. cent L	A, L et larves	L	p. cent L	A, L et larves	L	p. cent L	A, L et larves	L	p. cent L
30 juin	0,12	0	0	0,15	0	0	0,04	0	0	0	0	0
7 juillet	4,5	0	0	14,0	0	0	16,0	0	0	4,1	0	0
16 juillet :												
Inférieure	14,6	0,04	15,4	48,6	1,5	15,8	55,6	0,6	8,5	108,0	12,0	6,0
Moyenne	23,2	0,01	4,8	108,5	1,3	10,4	118,0	1,3	7,7	226,5	31,0	7,5
Supérieure	18,0	0,9	21,9	87,1	1,5	15,6	74,5	0,7	7,9	114,5	22,5	8,7
TOTAUX	55,8	0,95	17,3	244,2	4,3	13,4	248,1	2,6	7,8	449,0	65,5	7,4
21 juillet :												
Inférieure	24,6	0,5	11,4	67,9	3,5	25,2	75,2	5,8	38,5	115,2	19,0	12,1
Moyenne	58,1	0,7	6,1	165,4	7,2	25,9	180,1	16,2	47,8	251,3	9,5	2,7
Supérieure	52,7	0,6	9,5	139,4	8,9	33,3	141,7	15,2	41,0	241,7	14,2	4,3
TOTAUX	135,4	1,8	9,1	372,7	19,6	28,7	397,0	37,2	43,2	608,2	42,7	5,1
29 juillet :												
Inférieure	0,9	0,6	75,0	0	0	0	15,4	1,2	92,3	2,5	0,9	100
Moyenne	2,2	0,02	66,0	2,6	2,3	88,7	2,0	0,6	100,0	18,8	9,0	90,5
Supérieure	3,4	0,9	54,0	5,2	5,2	100,0	8,5	4,2	85,8	65,7	16,1	78,7
TOTAUX	6,5	1,52	60,0	7,8	7,5	96,1	20,9	6,0	88,3	87,0	26,0	83,1

La levée du lot planté le 21 avril a eu lieu le 10 mai, celle du lot planté le 12 mai le 28 mai et enfin les feuilles du lot planté le 30 mai ne sont apparues que le 12 juin. Les Pucerons se sont multipliés très activement sur ce dernier lot et, le 21 juillet, il était compté 608

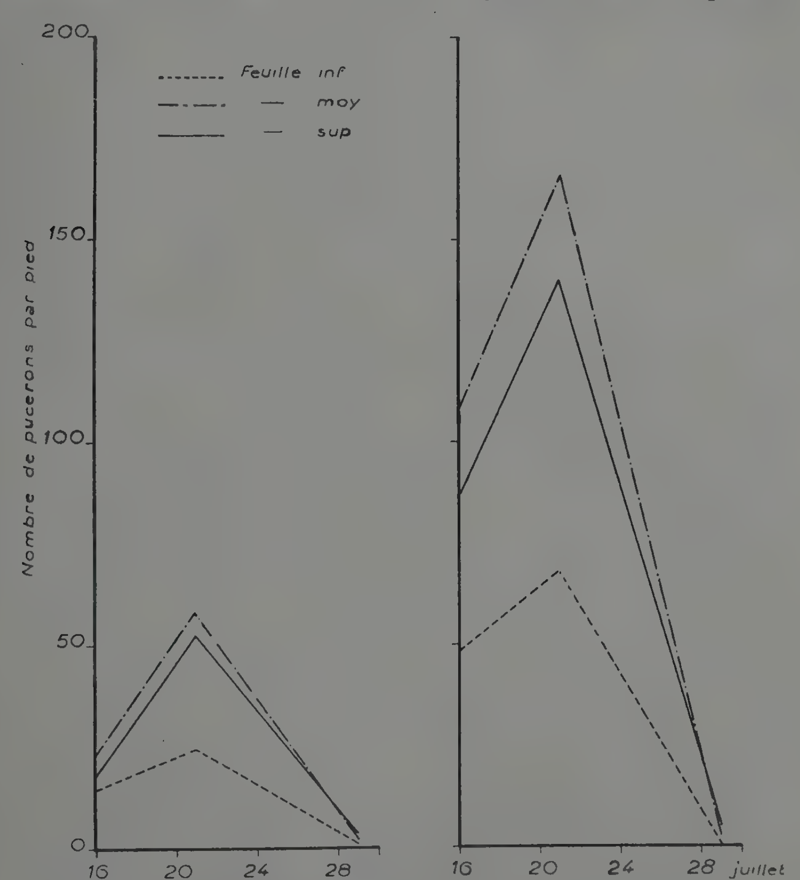


FIG. 45. — *M. persicæ*. Influence de la maturité des feuilles sur la pullulation. Variétés Royal Kidney (à gauche) et Bintje (à droite) plantées le 21 avril 1947.

Pucerons en moyenne (aptères, ailés et larves) sur trois feuilles (inférieure, moyenne et supérieure), contre 397 pour le lot planté le 12 mai et 372 pour le lot planté le 21 avril.

La comparaison des nombres de Pucerons existant sur les trois catégories de feuilles a fourni des résultats identiques (*fig.* 45 et 46); le nombre total des Pucerons a été irrégulier le 16 juillet, ces insectes étant la descendance directe des ailés en provenance d'autres plantes hôtes secondaires; dès le 21 juillet, il a été noté des modifications sensibles

dans l'importance relative des populations. Le nombre des Pucerons a ensuite diminué rapidement sur les feuilles inférieures et plus lentement sur les feuilles moyennes et supérieures. Le 29 juillet, la densité de population n'à été relativement importante

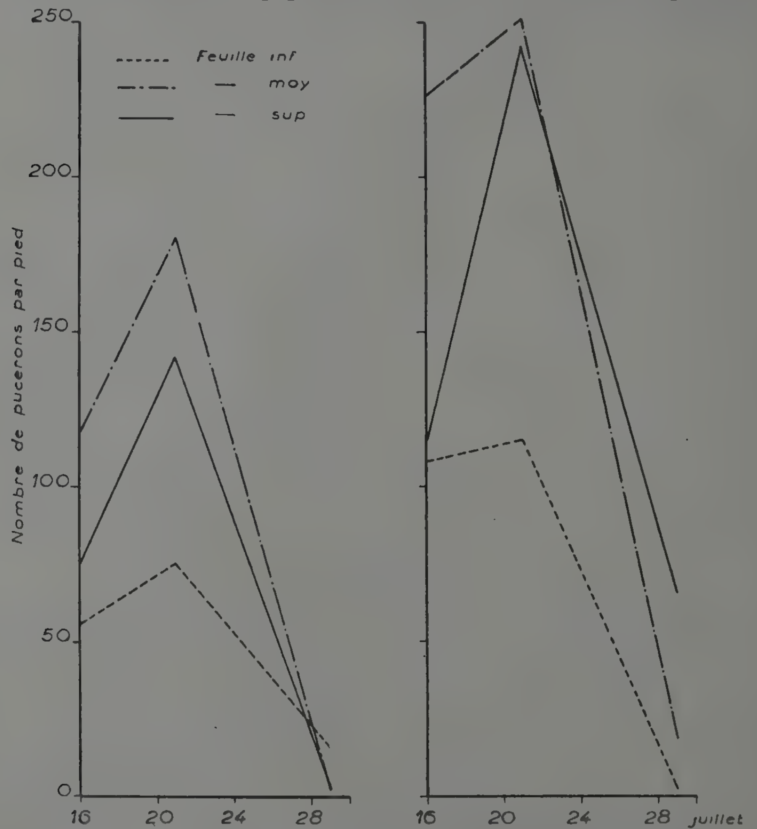


Fig. 46. — *M. persicæ.* Influence de la maturité des feuilles sur la pullulation. Variété Bintje plantée le 12 mai (à gauche) et le 30 mai 1947 (à droite).

que sur les feuilles supérieures de la variété Bintje plantée le 30 mai (45 Pucerons par feuille) ; elle est tombée à 1,5 le 8 août.

Le début de la maturité des Pommes de terre, décelable par le jaunissement des feuilles de la base, a été noté le 22 juillet pour les tubercules plantés le 21 avril, le 30 juillet pour ceux plantés le 12 mai et le 6 août pour la plantation du 30 mai.

On peut conclure de ce qui précède que les Aphides s'alimentant de jeunes feuilles sont sensiblement plus féconds que ceux nourris de feuilles dont la croissance est terminée.

c) Influence des conditions climatiques sur l'apparition des formes ailées. — En 1947, les nymphes furent trouvées à Versailles sur les Pommes de terre à partir du 8 juillet et le pourcentage des formes ailées s'est accru considérablement par la suite pour atteindre 60 à 92 p. cent à la fin du mois (*fig.* 43) ; il n'a été observé en 1948 qu'un très petit nombre de nymphes parmi les quelques Aphides existant sur les Pommes de terre.

Dans le Finistère, le pourcentage d'ailés a toujours été faible ; le maximum a été de 11,7 le 27 juillet 1947 et de 6,86 le 6 juillet 1948.

Les différences de température moyenne à Versailles pour les mois de juin et juillet 1947 et 1948 ont été réduites eu égard aux fluctuations journalières et l'on ne peut attribuer l'apparition des ailés à l'action de la température.

Les pourcentages d'ailés les plus importants furent notés à la fin du mois de juillet, c'est-à-dire au moment où la durée du jour était supérieure à 15 h. Nous avons vu précédemment que les virginipares ailés de *B. brassicæ* étaient particulièrement nombreux en mai-juin et en octobre ; si l'on admet que la lumière joue un rôle déterminant dans l'apparition des ailés, on est donc amené à supposer que leur production exige un éclairement d'une durée supérieure à 10-12 h pour *B. brassicæ* et au minimum de 15 h pour *M. persicæ*.

Les virginipares aptères peuvent apparaître beaucoup plus tôt. Les ailés qui arrivent sur les Pommes de terre sont rarement des émigrants, car ces derniers sont trop peu nombreux pour pouvoir infester les diverses cultures ; ces ailés sont presque exclusivement des exules ou émigrés ailés ; ils proviennent principalement de plantes-hôtes secondaires, sur lesquelles l'espèce a pu hiverner (Choux) si les minima n'ont pas été inférieurs à — 15 ou — 18°, ou de l'arrière-descendance des émigrants (les émigrants donnent presque exclusivement naissance à des aptères). Les Pucerons provenant de virginipares hivernants apparaissent généralement à la fin du mois d'avril, mais ils peuvent s'observer dans le courant de l'hiver lorsque celui-ci est très doux (hiver 1948-1949). La longueur du jour n'est que de 13,30 h en avril et de 9,30 h en janvier ; il est donc difficile d'admettre que la durée de l'éclairement joue un rôle essentiel dans la production des formes ailées.

d) Influence de la maturité de la plante sur l'apparition des formes ailées. — Nous avons signalé, page 10, que plusieurs auteurs attribuaient l'apparition des formes ailées à la maturité de la plante. Dans les essais mentionnés précédemment, l'action de ce facteur peut être déterminée par le pourcentage d'ailés observé sur des variétés plantées le même jour (Royal Kidney, Bintje), mais dont la date de maturité est différente, sur les trois lots de Bintje plantés le 21 avril, le 12 et le 30 mai et enfin sur les feuilles inférieures, moyennes et supérieures des différentes variétés examinées.

Précocité de la variété. — Le jaunissement des feuilles de la base des plantes a été noté le 16 juillet pour la variété Royal Kidney, le 22 juillet pour la Bintje; il n'y a pas eu de corrélation positive entre la précocité de la variété et la production des ailés, les pourcentages les plus importants étant notés chez la Bintje (*fig.* 43).

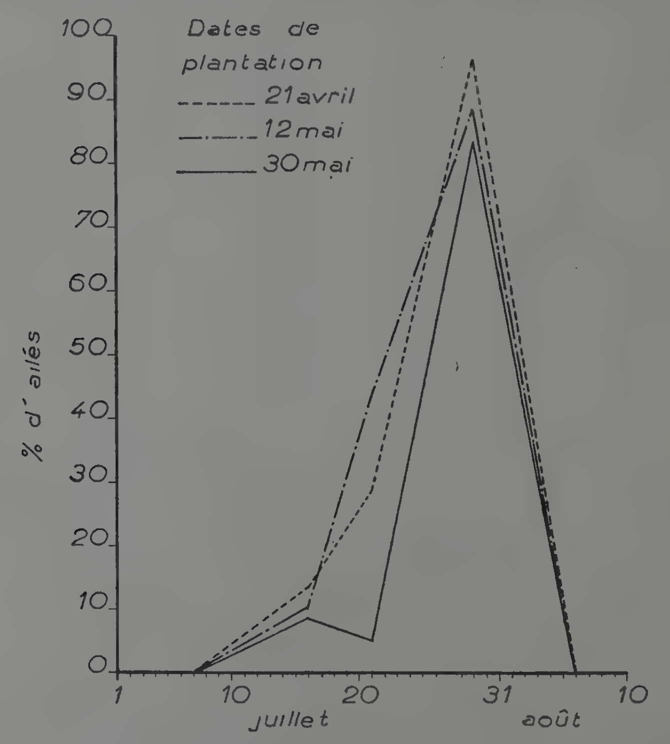


Fig. 47. — *M. persicæ.* Influence de la maturité générale de la plante sur l'apparition des ailés. Variété Bintje plantée le 21 avril, le 12 et le 30 mai.

Plantation échelonnée de la variété Bintje. — Le début de la maturité des trois lots s'est produit aux dates suivantes : plantation du 21 avril, le 22 juillet; plantation du 12 mai, le 30 juillet; plantation du 30 mai, le 6 août. La proportion des ailés fut sensiblement égale dans les trois lots les 16 et 29 juillet; le pourcentage fut nettement plus faible le 21 juillet pour le lot planté en dernier (*fig.* 47).

Feuilles inférieure, moyenne et supérieure (*fig.* 48). — Les proportions d'ailés furent à peu près les mêmes pour les diverses feuilles : il est à noter cependant que les pourcentages maxima d'ailés ne furent pas observés exclusivement sur les rameaux inférieurs; cela ne s'est

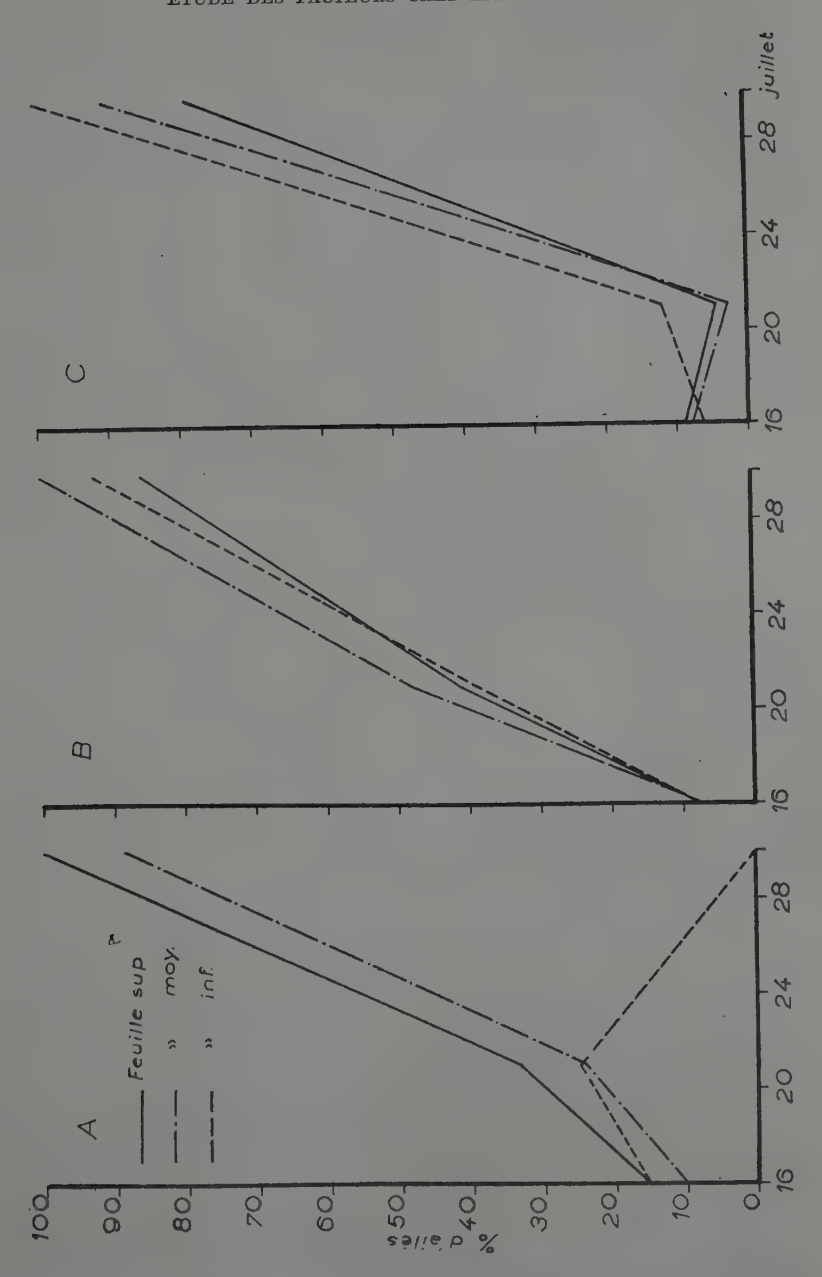


FIG. 48. — *M. persicæ*. Influence de la maturité des feuilles sur la production des ailés. Variété Bintje plantée A : le 21 avril, B : le 12 mai, C : le 30 mai 1947.

produit que pour le lot planté le 30 mai et seulement aux dates du 21 et du 29 juillet.

e) Influence de la densité de la population sur la production des ailés. — Les larves et les adultes de *Myzus*, contrairement à *B. brassicæ*, se dispersent sur toute la surface du végétal dont ils peuvent disposer ; lorsque les conditions de milieu sont favorables à leur multiplication, ils sont dans l'obligation de vivre en contact assez étroit. Au cours des numérations, nous avons constaté qu'il existait une relation étroite entre la densité de population et le pourcentage des formes ailées.

La surpopulation peut résulter de la grande fécondité des Pucerons consécutive à une nourriture abondante ; la comparaison des résultats fournis par les numérations effectuées sur la variété Royal Kidney et la variété Bintje plantées le même jour montre toute l'importance de son influence (*fig.* 43) ; bien que le feuillage de la Bintje soit moins âgé que celui de la Royal Kidney, le pourcentage d'ailés a été beaucoup plus élevé chez la première variété par suite de la forte densité de la population aphidienne sur son feuillage.

La surpopulation peut être également une conséquence de la maturité ; celle-ci se manifeste par le jaunissement des feuilles inférieures ; une partie des aptères adultes et des larves abandonnent progressivement la partie basse de la plante pour gagner les feuilles supérieures encore vertes, ce qui entraîne un accroissement de la population.

La maturité de la plante et la surpopulation entraînent donc l'apparition des ailés en des endroits différents, la première agissant principalement dans la région inférieure de la plante et la seconde dans la partie supérieure ; les deux facteurs agissent de concert dans la portion moyenne. Leur action combinée explique les pourcentages d'ailés sensiblement identiques obtenus en juillet sur les feuilles inférieure, moyenne et supérieure des divers lots.

2. Facteurs limitatifs de la pullulation. — Le feuillage de la Pomme de terre est beaucoup moins rigide que celui du Chou ; la pluie et le vent agitent les feuilles des Pommes de terre en tous sens et exposent les Pucerons à l'action directe de la pluie (mais ceux-ci, beaucoup plus vifs que les *Brevicoryne*, se déplacent vers les endroits les mieux abrités ; s'ils sont entraînés par l'eau, ils cherchent un refuge et grimpent sur la plante dès que la pluie a cessé). C'est pour cette raison que les fortes précipitations détruisent souvent une proportion plus élevée de *M. persicæ* parasitant les Pommes de terre que de *B. brassicæ* localisés à la face inférieure des feuilles âgées de Chou.

Une humidité relative de l'air trop élevée est défavorable à la multiplication (climat maritime), mais une atmosphère trop sèche ne lui convient pas : il n'a pas plu du 9 juin au 12 juillet 1949 et la population de *Myzus* a régressé de façon sensible durant cette période.

L'année 1943 a été exceptionnellement sèche et CAIRASCHI (1944) a remarqué que la population aphidienne des Pommes de terre était, dans les régions parisienne, pyrénéenne et armoricaine, notablement plus faible qu'en année à pluviosité normale.

L'action des prédateurs est beaucoup moins marquée que chez *B. brassicaœ*; alors que cette dernière espèce forme des colonies denses

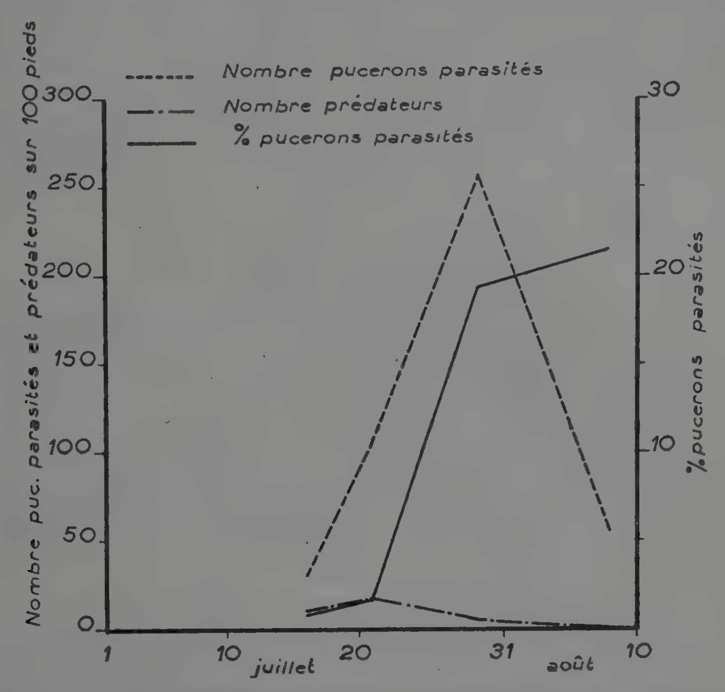


FIG. 49. — *M. persicœ*. Nombre de parasites et de prédateurs, pourcentage de pucerons parasités sur 100 feuilles inférieures, 100 feuilles moyennes et 100 feuilles supérieures de la variété Bintje.

et immobiles, les aptères et les larves de *M. persicœ* se déplacent activement. Les prédateurs adultes (Coccinelles, Syrphes, Hémérobes) déposent de préférence leurs œufs au voisinage des colonies de *B. brassicœ* plutôt que sur les feuilles de Pommes de terre ; leurs larves pourront anéantir les *Brevicoryne* dans les meilleures conditions, alors qu'elles seront dans l'obligation de parcourir le feuillage pour capturer les *Myzus*.

Les prédateurs les plus communs sont deux Syrphides : *Epistrophe balteatus* Deg. et *Platychirus scutatus* Mg et deux Coccinellides : *Adalia bipunctata* L. et *Coccinella septempunctata* L.; il a été également observé quelques larves de Cécidomyidés, d'Hémérobes, de Chrysopes, ainsi que des Acariens.

Le parasite le plus actif est *Aphidius matricariæ* Hal. ; nous avons observé un très petit nombre d'exemplaires d'espèces voisines.

Le graphique n° 49 indique les Pucerons parasités et les larves de Syrphes dénombrées depuis le début du mois de juillet jusqu'au début d'août 1947, sur 100 feuilles inférieures, 100 feuilles moyennes et 100 feuilles supérieures de la variété Bintje (un tiers planté le 21 avril, un tiers planté le 12 mai et un tiers planté le 30 mai) ; la troisième courbe représente le pourcentage de Pucerons parasités (calculé d'après le nombre d'aptères et d'ailés adultes). Les Aphides parasités et les larves de prédateurs étaient enlevés de la plante au moment des relevés afin qu'ils ne puissent être comptés à deux reprises consécutives.

Nous avons également noté la présence de deux champignons qui amènent la mort des aptères et des nymphes, en leur donnant une couleur blanchâtre ou rosée.

C. — **Sappaphis plantaginea Pass.**

Le Puceron mauve des Pomacées (*Sappaphis plantaginea* Pass., *Dentatus malicola* Mordw., *Anuraphis roseus* Baker, *Yezabura malifolii* Fitch.) peut être considéré comme un exemple typique d'Aphide à migration obligatoire.

Les œufs sont déposés en automne, principalement sur les petites branches, sous les bourgeons ou dans les crevasses des écorces du Pommier et en petit nombre sur les grosses branches et le tronc. L'éclosion a généralement lieu dans la première décade d'avril et la plupart des fondatrices sont adultes entre le 17 et le 25 avril ; en 1948, les œufs ont éclos dès le 25 mars et les premières fondatrices adultes ont été notées le 12 avril.

Les fondatrices engendrent en moyenne 72 larves ; leur longévité excède rarement 35 jours. Toutes ces larves sont aptères.

Afin de déterminer le nombre maximum de générations pouvant se succéder sur le Pommier, il a été fait en plein air des élevages individuels ou comprenant plusieurs aptères à partir d'une fondatrice dont la mue imaginale a eu lieu le 17 avril 1947. Il a été observé six générations ayant la composition suivante (la date indique le jour auquel a eu lieu la première mue imaginale) :

1re génération : 12 mai, 100 p. cent d'aptères.
2e génération : 21 mai, 9 p. cent d'émigrants.
3e génération : 28 mai, 12 p. cent d'émigrants.
4e génération : 5 juin, 21 p. cent d'émigrants.
5e génération : 16 juin, 86 p. cent d'émigrants.
6e génération : 24 juin, 98 p. cent d'émigrants.

Les quelques aptères de cette dernière génération ont été tués par les larves prédatrices et des Hyménoptères parasites.

Une autre fondatrice adulte a été mise le 17 avril sur un Pommier en pot placé dans une serre chaude ; ses descendants, tous aptères,

sont devenus adultes le 28 avril; leurs descendants (2e génération), adultes à partir du 18 mai, comprenaient presque uniquement des ailés, bien que la densité de la population fut assez faible.

Baker et Turner (1926) ont étudié la biologie de cette espèce aux États-Unis; ils signalent que la première génération ne comprend que des formes aptères; quelques ailés ont été observés à la génération suivante et la proportion des formes ailées a augmenté rapidement jusqu'à la 5e génération en 1914 et à la 7e en 1915, qui ne comprenaient toutes les deux que des ailés; tous les émigrants ont abandonné le Pommier vers le 1er juillet; la fécondité des aptères a été plus faible que celle de la fondatrice, le maximum a été de 180, le minimum de 66 et la moyenne de 121,8; Baker et Turner ont observé que les aptères produits par la fondatrice ou la génération suivante ont été plus féconds que ceux des dernières générations.

Aux États-Unis, les ailés migrent sur le Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata* L.), mais ils peuvent se développer également sur le Plantain à grandes feuilles (*Plantago major* L.). A Versailles, les plantes-hôtes secondaires sont *Plantago lanceolata Plantago media* L. et parfois *Plantago major* L.

D'une manière générale, la migration est complètement terminée le 1er juillet et même le 25 mai (1948). Les émigrants produisent des larves un à deux jours après leur arrivée sur le Plantain; plusieurs générations comprenant à peu près exclusivement des aptères se succèdent pendant toute la belle saison, jusqu'au début du mois de septembre; les premiers sexupares ailés apparaissent vers le 10 septembre. D'après Baker et Turner, il peut y avoir de 4 à 14 générations consécutives sur la plante-hôte secondaire.

Les virginipares aptères forment, sur le pédoncule floral ou à la face inférieure des feuilles, de petites colonies qui sont fréquemment exploitées par les fourmis; en période sèche, ces dernières font de petits monticules de terre ameublie tout autour de la plante et les Aphides se groupent à la base des feuilles.

D. — Conclusions.

Dans la région parisienne, l'hivernation de *B. brassicæ* peut se faire de deux façons : sous la forme d'œufs d'hiver ou de virginipares aptères ou ailés; ces derniers sont tués par un froid de $-15°$ à $-18°$ (à 2 m sous abri). Les virginipares aptères peuvent se reproduire dans le courant de l'hiver dès que la température est supérieure à 4 ou 5°; il en résulte que les Pucerons pullulent beaucoup plus tôt que lorsque l'espèce n'a pu persister que sous la forme d'œuf d'hiver.

Les formes ailées peuvent apparaître durant toute l'année (il en a été observé en janvier 1949), ce qui exclut donc l'idée d'une action inhibitrice de la lumière ou de la température.

Les pourcentages maxima d'ailés ont été notés à la fin du mois de mai et au début du mois de juin sur les hampes florales et les

feuilles de Chou, ainsi qu'à la fin du mois d'octobre ; ils se produisent à la suite d'une forte densité de population. La pullulation des Pucerons est entravée par les facteurs climatiques et surtout par les agents biotiques, dont l'action est particulièrement marquée pendant tout l'été ; elle diminue au début de l'automne, ce qui permet aux Aphides de se multiplier à nouveau.

Les plantes ne présentent pas toutes le même degré de sensibilité aux piqûres des Pucerons et la fécondité de ces derniers diffère beaucoup suivant la nature de l'hôte. Il en résulte que les formes ailées apparaissent dans des proportions très variables suivant les espèces végétales.

Alors que les Choux assurent pendant toute l'année une alimentation régulière aux Pucerons qui vivent à leurs dépens (*B. brassicæ* et *M. persicæ*) le feuillage des Pommes de terre commence à se dessécher dès le mois de juillet pour les variétés précoces.

La pullulation de *M. persicæ* sur ces plantes dépend des facteurs climatiques, de la variété, de l'état de maturité et enfin des agents biotiques.

Les virginipares ailés de *M. persicæ* peuvent apparaître pendant toute l'année et même en décembre ou janvier dans les régions où l'hiver est très doux ; des ailés ont été notés sur des Choux en janvier et février 1949. Les *fundatrigeniæ alatæ* ne sont observés qu'à partir du début de mai.

Les précipitations peuvent réduire considérablement la population aphidienne lorsqu'elles surviennent au moment où un grand nombre de Pucerons sont devenus ailés depuis peu ; leur action est beaucoup plus limitée sur les nymphes. C'est pourquoi l'époque à laquelle se produisent les précipitations présente beaucoup plus d'importance que leur intensité ; une pluie survenant au moment où les ailés sont nombreux sur les plantes sur lesquelles s'est effectué leur développement larvaire diminuera considérablement la population initiale. Son action sera beaucoup plus limitée si elle se produit quelques jours après l'envol des Pucerons et, à importance égale de précipitation, elle sera des plus réduites si elle se produit quelques jours avant la mue imaginale de la plupart des nymphes.

C'est ainsi qu'en 1947, un grand nombre d'ailés ont pu se porter de diverses plantes-hôtes sur les Pommes de terre, bien qu'il y ait eu une très forte pluie le 28 juin (44 mm) ; il y avait à ce moment beaucoup de nymphes qui sont devenues ailées dans les premiers jours de juillet ; la première décade de ce mois a été sèche et chaude et les émigrés aptères se sont multipliés rapidement.

La fécondité des Pucerons est beaucoup plus grande sur des tissus jeunes en pleine croissance que sur des tissus âgés : elle diffère considérablement suivant les variétés.

Sur la Pomme de terre, les nymphes apparaissent surtout dans le courant du mois de juillet, c'est-à-dire à une époque où la température est élevée et la durée de l'éclairement voisine de 15 h. Les

numérations effectuées sur des plantes appartenant à des variétés de maturité précoce ou moyenne, ainsi que sur des feuilles d'âge différent, ont montré que la production des ailés dépend dans ce cas de deux agents : la maturité et la surpopulation. L'influence de cette dernière est liée à la plus ou moins grande multiplication des Pucerons (ce sont donc les tissus les plus jeunes qui seront les plus surpeuplés), aux déplacements des Pucerons des feuilles en voie de dessèchement vers celles qui peuvent leur assurer une meilleure alimentation.

Ces deux facteurs agissent de manière inégale suivant l'emplacement des feuilles : sur celles de la base, la maturité a une action prépondérante, alors que la surpopulation agit surtout sur les feuilles supérieures ; c'est pour cette raison que la proportion d'ailés est souvent d'égale importance sur les diverses parties de la plante.

Les *fundatrigeniæ alatæ* de *Sappaphis plantaginea* apparaissent dès la seconde génération ; la proportion des *fundatrigeniæ alatæ* par rapport à celle des *fundatrigeniæ apteræ* augmente progressivement au cours des générations qui se succèdent depuis le mois de mai jusqu'à la fin du mois de juin ; la migration est généralement terminée le 1er juillet ; depuis la fin mai jusqu'au début de septembre, plusieurs générations de virginipares aptères se développent sur les Plantains ; les virginipares ailés n'apparaissent que d'une manière exceptionnelle, bien que la densité de population soit relativement élevée.

DEUXIÈME PARTIE

FACTEURS PROVOQUANT L'APPARITION DES VIRGINIPARES AILÉS

Nous avons exposé sommairement, dans l'introduction, les principales thèses proposées par différents auteurs pour expliquer l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphides.

Les divergences d'opinion peuvent s'expliquer de différentes façons : il se peut que la sensibilité des Aphides à l'action des divers agents étudiés varie suivant les espèces, mais il semble que ces résultats contradictoires soient principalement attribuables à des conditions expérimentales défectueuses.

Dans la plupart des cas, les expériences ont été réalisées avec un nombre variable d'Aphides sur des plantes en pots. Nous verrons par la suite que l'accumulation des Pucerons en un point du végétal est la cause principale de l'apparition des ailés. Les larves de quelques espèces restent fréquemment groupées autour de leur mère, ce qui produit un épuisement local des tissus de la feuille ; les résultats obtenus différeront alors des chiffres relevés avec ces mêmes Pucerons qui se sont dispersés sur la plante et, *a fortiori*, avec des espèces dont les larves se déplacent activement sur leur hôte.

En outre, les plantes provenant d'un même semis peuvent différer notablement par leur croissance et, en conséquence, par la composition de leurs tissus. Si tout le cycle vital de l'Insecte et de ses descendants se poursuit sur la même plante, les Pucerons pourront s'alimenter de façon très variée suivant l'état de celle-ci.

C'est pourquoi nous nous sommes attaché, dès le début de ces recherches, à mettre au point une technique particulière permettant de réduire le plus possible ces erreurs expérimentales.

Techniques d'élevages.

Les auteurs qui ont étudié l'influence des facteurs externes : température, humidité, lumière, sur les Aphides ont opéré sur des plantes en pots qui étaient placées dans des serres ou dans des étuves réglées à différentes températures et recevant une lumière d'intensité variable ; les résultats obtenus étaient attribués à l'influence des facteurs externes. En procédant de cette manière,

on opère non pas sur l'Aphide, mais sur le complexe « plante-aphide » et, en fin de compte, c'est le facteur « alimentation » qui intervient.

Il était donc indispensable de chercher à éviter dans la mesure du possible l'accumulation des Pucerons en un même endroit, de pallier à l'hétérogénéité des tissus de la plante et de faire agir séparément les facteurs externes sur la plante et sur l'Insecte.

Nous avons adopté la méthode suivante : les Pucerons ont été élevés sur de jeunes feuilles de Chou placées dans de petites cages coniques en « rhodoïd », hautes de 11 cm et ayant un diamètre de 8 cm à la partie supérieure ; chaque cage était recouverte d'une mousseline maintenue par un élastique et sa partie inférieure était fermée par un bouchon perforé en son centre, afin de permettre au pétiole de la feuille de plonger dans de l'eau contenue dans un verre à ventouse (*fig.* 50). Un petit tampon de coton hydrophile, appliqué à la base de la feuille, maintenait celle-ci en place et empêchait la chute des Pucerons. Les cages reposaient sur leur support par deux petits triangles en rhodoïd collés sur le cône par une goutte d'acétone. Les Pucerons se sont développés dans d'excellentes conditions et leur fécondité a été généralement bien supérieure à celle obtenue par l'élevage sur des plantes en pots. Les inconvénients présentés par cette méthode sont de deux ordres : les feuilles doivent être renouvelées dès qu'elles commencent à manifester un début de flétrissement ; il est donc nécessaire de transporter les Pucerons un à un, à l'aide d'un pinceau fin, sur la nouvelle feuille, ce qui demande beaucoup de temps et entraîne la mort de quelques larves. En outre, l'alimentation des Pucerons est troublée pendant 1 à 2 h. Les feuilles doivent être changées avec une fréquence qui varie suivant la température, le nombre et le stade des Pucerons qu'elles supportent ; pour une densité de 30 larves aux deuxième et troisième stades par feuille, le renouvellement des feuilles de Chou doit se faire en moyenne tous les 3 à 4 jours à une température de 20°, tous les 2 à 3 jours à une température de 24°.

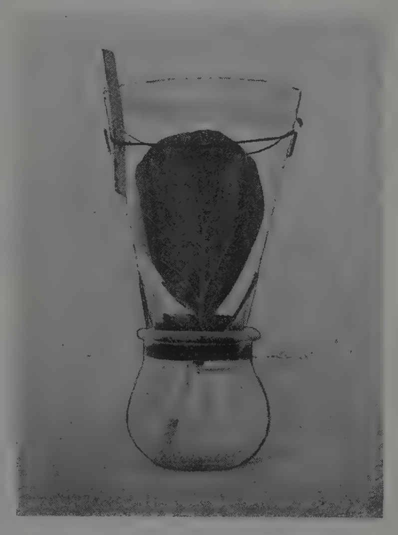


FIG. 50. — Modèle des cages utilisées pour les expériences.

Le transfert des Pucerons présente l'avantage d'éviter l'accumulation des Aphides en un même point ; en dispersant les insectes, il les amène à se nourrir sur toute la surface des feuilles, ce qui se traduit par une plus grande homogénéité de l'alimentation ; celle-ci

est obtenue, en outre, par le choix des feuilles et par le fait qu'au cours de leur développement, les Pucerons sont amenés à s'alimenter sur plusieurs feuilles.

La manipulation de ces cages est très aisée et leur petite taille permet d'en placer un grand nombre dans un local réduit tel que le compartiment d'une étuve. La confrontation des résultats fournis par les différentes cages soumises aux mêmes conditions de milieu permet de calculer, le cas échéant, l'importance de l'erreur expérimentale.

On peut objecter que cette manière de faire n'élimine pas totalement l'influence des facteurs externes sur la plante ; la photosynthèse, en particulier, sera fonction, dans une certaine mesure, de l'intensité lumineuse reçue ; cette remarque est exacte mais il paraît difficile de diminuer d'une façon plus marquée l'action des facteurs externes et il est toujours possible de réduire leur importance en opérant un changement plus fréquent des feuilles.

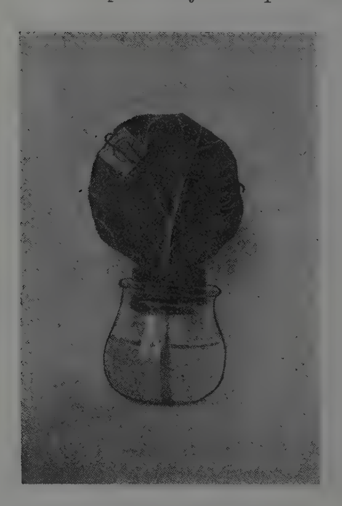


Fig. 51. — Cellules en place sur une feuille de chou.

Nous avons également opéré sur des plantes en pots, mais au lieu de recouvrir les plantes d'un verre de lampe « Tempête », comme cela a été fait par la plupart des auteurs, nous avons préféré avoir recours à des cages cylindriques en rhodoïd, hautes de 21 cm et d'un diamètre de 14 cm. Une bonne aération de la plante était obtenue par l'aménagement de deux larges fenêtres dans la paroi des cylindres ; ces ouvertures, ainsi que le fond du cylindre, étaient recouvertes d'une mince mousseline fixée sur le rhodoïd par de l'acétone. La partie inférieure du cylindre était enfoncée dans la terre.

Au cours de nos élevages, nous avons remarqué que les rares feuilles de Chou qui émettaient des racines dans l'eau se dessèchaient beaucoup moins rapidement que celles qui en étaient dépourvues. Il était des plus intéressants de rechercher une méthode qui permettait de conserver les feuilles en un état satisfaisant de fraîcheur pendant la durée d'une génération complète, ce qui avait le grand avantage d'éviter le transfert des Aphides.

Nous avons cherché à accélérer la formation des radicelles par l'emploi d'hormones rhizogènes mais, en règle générale, les feuilles traitées se sont desséchées plus rapidement que les témoins. Nous avons également essayé sans succès de retarder le jaunissement des feuilles en faisant baigner le pétiole dans diverses solutions nutritives.

Afin de pouvoir étudier l'influence de la surpopulation d'une façon

précise, il a été utilisé des « cellules » constituées par de petites plaques de rhodoïd épaisses de 3 mm, mesurant 18 × 18 mm et percées d'un trou de 6 à 12 mm de diamètre. Sur une face de cette plaque était collée une feuille de rhodoïd épaisse de 3/10e de mm et perforée de petits trous afin d'assurer la respiration des Pucerons. La cellule, dans laquelle les insectes étaient placés au préalable, était appliquée sur la face inférieure de la feuille et maintenue sur celle-ci par un « trombone », dont un bec prenait appui sur un petit carré de carton posé sur la face supérieure de la feuille et l'autre sur la mince feuille de rhodoïd formant le couvercle de la cage. Un tampon de coton était disposé entre la feuille et le carton afin de ne pas léser les tissus de la plante (*fig.* 51).

III. — INFLUENCE DES TEMPÉRATURES CONSTANTES OU ALTERNÉES SUR LE DÉVELOPPEMENT, LA FÉCONDITÉ, LA LONGÉVITÉ ET LES DIMENSIONS DE B. BRASSICÆ ET DE M. PERSICÆ

La plupart des auteurs qui ont effectué des recherches sur les facteurs d'apparition des formes ailées et des formes sexuées chez les Aphides ont réalisé leurs expériences dans des étuves maintenues à une température constante. Ils ont généralement déduit des résultats obtenus dans ces conditions, une conclusion générale sur le déterminisme du polymorphisme des Aphides.

Avant d'étudier l'action de divers facteurs abiotiques sur la production des ailés ou des sexués, il était indispensable de vérifier, au préalable, si le comportement de l'Insecte n'était pas modifié de façon sensible par les conditions de milieu particulières dans lesquelles il était placé. La composition des tissus foliaires varie suivant la saison; il était donc nécessaire de déterminer l'importance de ces fluctuations; ceci a pu être fait de manière indirecte en élevant les Pucerons à différentes températures constantes avec des feuilles ayant sensiblement la même dimension (obtenues par des semis faits à intervalles réguliers) récoltées à différentes époques de l'année.

Divers travaux ont montré que les températures variables assurent un développement plus rapide des insectes que ne le font les températures constantes; d'autres, au contraire, concluent que les températures variables retardent la croissance des insectes; d'autres, enfin, n'ont constaté aucune différence d'action entre les températures variables et les températures constantes correspondantes.

Nous avons donc été amené à étudier comparativement l'action des températures constantes et des températures variables en combinaison avec l'alimentation.

A. — Action des températures constantes.

1. Brevicoryne brassicæ. — VIRGINIPARES APTÈRES. — a) *Durée de développement.*

Sous le terme de « durée de développement » des virginipares aptères ou ailés, nous entendons la période qui s'écoule depuis la naissance jusqu'à la production de la première larve ; pour les mâles et les femelles sexuées (dont la ponte commence un temps extrêmement variable après la mue imaginale), la durée du développement désigne la période s'étendant depuis la naissance jusqu'à la mue imaginale.

La détermination de la durée de développement a été faite de la manière suivante : des larves au premier stade provenant d'une réserve de l'élevage conduit en lignée pure étaient placées dans une série d'étuves réglées à différentes températures ; les observations relatives à la durée du développement n'étaient faites que sur les larves provenant de ces Aphides. Un grand nombre de ceux-ci étaient disposés sur plusieurs cages à 17 h et le lendemain, à 9 h, toutes les mères étaient enlevées ; les observations étaient faites sur les larves dont les plus jeunes étaient donc âgées de 1 h et les plus vieilles de 15 h. Pour les élevages à des températures comprises entre 18° et 26° où la fécondité journalière est importante, il n'était utilisé que des larves âgées de 1 à 7 h. Aux températures extrêmes, la très grosse mortalité qui se produisait parmi les élevages n'a pas permis de procéder rigoureusement de cette manière ; les jeunes larves ont été prélevées parmi les descendants de Pucerons élevés aux températures aussi voisines que possible de ces extrêmes.

Les larves en observation étaient déposées sur de jeunes feuilles de Chou placées dans les cages coniques en rhodoïd ; les notations étaient faites une fois par jour pour les températures basses et deux fois par jour pour les températures moyennes et élevées. Les essais ont été faits de telle manière que les différentes étuves recevaient sensiblement la même quantité de lumière naturelle.

Des variations importantes de la durée du développement total ont été observées entre les larves d'un même lot produites par la même mère. Les deux exemples suivants donnent une idée de l'ordre de grandeur des fluctuations. A une température constante de 24° 5, sur 487 larves au premier stade élevées dans le courant des mois de décembre et de janvier, 199 d'entre elles devinrent adultes et donnèrent des jeunes. Parmi ces 199 Pucerons, 4 p. cent donnèrent le premier jeune au bout de 8 jours, 69 p. cent le neuvième jour, 15 p. cent le dixième, 7 p. cent le onzième jour, 5 p. cent le douzième (*fig.* 52). A 28°, 3 p. cent produisirent le premier jeune au bout de 7 jours et demi, 7 p. cent le huitième jour, 20 p. cent le neuvième jour, 46 p. cent

le dixième jour, 18 p. cent le onzième jour, 6 p. cent le douzième jour. A 17°, sur 3 Pucerons, un a donné son premier jeune le quatorzième

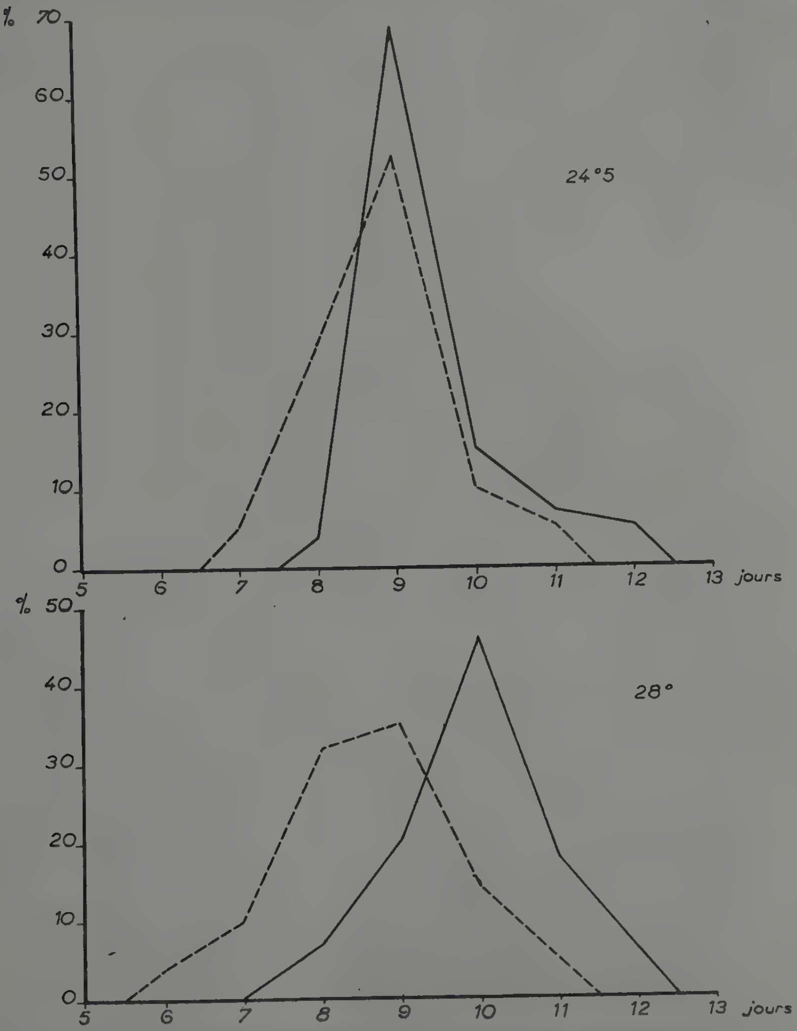


FIG. 52. — *B. brassicæ*. Fluctuations de la durée du développement de larves élevées à des températures constantes de 24°5 et de 28°. (en trait plein, élevages en décembre et janvier, en pointillé, élevages en juin et juillet).

jour, le second le dix-neuvième jour et le troisième le vingt-cinquième jour.

Nous avons fait deux séries d'élevages qui ont été commencés, l'un le 12 décembre, l'autre le 8 juin.

TABLEAU XXI.

Durée moyenne de développement de virginipares aptères à différentes températures constantes.

Epoque de l'élevage	Températures constantes de								
	7°	8°	12°	15°	17°	20°	24°5	26°5	28°
12 décembre au 27 février	69 ± 7,0		35 ± 4,0	21 ± 2,2	16 ± 2,4	13 ± 2,6	9,0 ± 2,9	8,5 ± 2,6	10 ± 2,4
8 juin au 16 juillet...		30,5 ± 3,1	21 ± 2,9	15,1 ± 2,7	13,3 ± 2,5	11,3 ± 2,4	8,7 ± 2,4	8,4 ± 2,7	8,9 ± 2,6

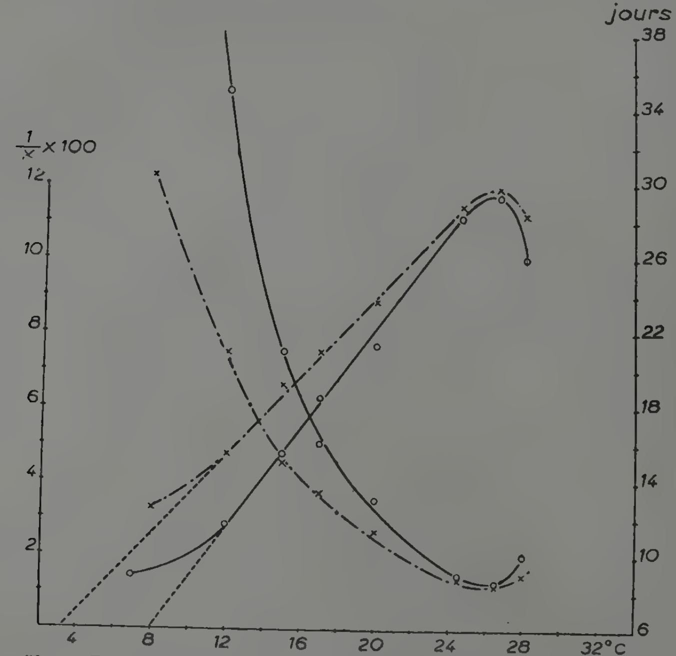


FIG. 53. — *B. brassicæ.* Durée du développement de virginipares aptères élevés en été (en trait interrompu) et pendant l'hiver (en trait plein) et réciproques de l'hyperbole.

Les chiffres obtenus ont été très différents, bien que les expériences aient été faites dans les mêmes étuves; nous en donnerons l'explication dans les pages qui suivent.

Sur ces données, il est possible de tracer deux hyperboles représentant la durée moyenne du développement des virginipares aptères aux diverses températures constantes (*fig.* 53) pour les périodes hivernale et estivale.

Le seuil théorique de développement calculé d'après la formule de la constante thermique est de 3,1 pour les élevages faits en juin et de 8,0 pour ceux réalisés pendant l'hiver.

Le seuil pratique de développement est bien inférieur à ce dernier chiffre ; il a pu être déterminé expérimentalement par l'élevage de Pucerons à divers stades sur des Choux en pot placés pendant l'hiver dans une serre froide, où les températures suivantes ont été enregistrées : du 9 au 31 janvier, moyenne générale 3° 1 (moyenne des minima, 0 ; moyenne des maxima, 6,2) ; du 1er au 28 février, moyenne générale 5° 1 (moyenne des minima, 1,1 ; moyenne des maxima, 9,1).

Un aptère a donné trois jeunes le 9 janvier. dont les mues ont eu lieu en moyenne le 22 janvier, le 9 février, le 25 février et le 4 mars ; la première larve a été produite le 12 mars. Dans un autre lot, 3 larves sont nées le 9 janvier ; les mues ont eu lieu les 22 janvier, 31 janvier, 9 février, 21 février et 4 mars ; le premier jeune a été produit le 11 mars. La troisième mue d'un autre Aphide a eu lieu le 6 décembre et la quatrième le 26 décembre ; le premier jeune a été produit le 20 janvier.

A une température moyenne de 5° 1, il a fallu 54 à 55 jours pour que les larves deviennent adultes. A la température moyenne de 5° 2, 21 jours ont été nécessaires pour que la larve passe du quatrième stade à l'état adulte ; à la température moyenne de 4° 2, 26 jours se sont écoulés entre la mue imaginale et la production de la première larve. Ces résultats permettent d'estimer que le seuil de développement pratique est inférieur à une température de 5°. Le seuil théorique de développement fourni par les élevages réalisés pendant la belle saison est donc beaucoup plus proche du seuil pratique que celui obtenu par les expériences effectuées pendant la période hivernale.

De la naissance à l'état adulte, l'Insecte subit quatre mues qui ne se produisent pas rigoureusement au même moment pour les larves nées le même jour et élevées à la même température. Les fluctuations peuvent être extrêmement importantes ; c'est ainsi qu'à une température constante de 24° 5, où la durée de chaque stade ne dépasse guère 2 jours, il arrive que des individus aient un stade larvaire qui s'étend sur 3 jours et demi. Le retard de développement peut être complètement ou seulement partiellement rattrapé par la suite ; nous avons signalé (1946) des faits analogues chez un Hétéroptère : *Eurydema ornatum* L.

La durée moyenne des différents stades larvaires à une température constante de 24° 5 est la suivante (moyenne des observations effectuées sur 1 350 Pucerons élevés en décembre) :

1er stade	2,2 jours
2e stade	1,7 jours
3e stade	2,1 jours
4e stade	2,2 jours
De la mue imaginale à la production du premier jeune	0,8 jours
	9,0 jours

Les numérations ont porté sur un nombre moindre de Pucerons pour les températures inférieures à 18°; elles ont donné les résultats suivants :

Tableau XXII.

Durée moyenne des stades larvaires des virginipares aptères à différentes températures constantes.

Température moyenne	Durée moyenne					Total
	1er stade	2e stade	3e stade	4e stade	Mue imagin. à product. 1er jeune	
18°	3,7	2,5	3,5	3,0	2,8	15,5
12°5	6,0	4,0	5,0	7,0	9,0	31
7°	10	8	12	18,0	21,0	69

Si l'on établit le rapport de la durée des divers stades larvaires à la durée totale du développement, on constate que la période s'étendant depuis la mue imaginale jusqu'à la production du premier jeune est notablement plus importante aux températures basses qu'aux températures élevées.

Tableau XXIII.

Importance relative de la durée des divers stades des virginipares aptères par rapport à la durée totale du développement.

Température moyenne	% de durée des divers stades larvaires					Total
	1er stade	2e stade	3e stade	4e stade	Mue imagin. à product. 1er jeune	
24°5	24,4	18,9	23,3	24,4	8,8	100
18°	23,8	16,1	22,6	18,1	19,4	100
12°5	19,4	12,9	16,1	22,6	29,0	100
7°	14,6	11,6	17,4	20,3	30,4	100

Les virginipares aptères supportent mal les températures élevées. Sur 30 adultes mis dans une étuve à 31°, 15 sont morts le premier jour, 12 le second jour et le reste le troisième jour. Aucune larve n'a été émise durant cette période.

La pulvérulence blanchâtre qui recouvre le corps de l'Insecte adulte apparaît très peu de temps après la mue imaginale pour les températures comprises entre 20 et 25°. Dans l'élevage à la température de 7°, la pulvérulence est très faible jusqu'au sixième jour après la mue imaginale ; elle s'accentue nettement à partir du huitième jour.

b) *Facteurs modifiant la durée du développement larvaire.*

Il était intéressant de rechercher si différents facteurs n'étaient pas susceptibles de modifier la durée du développement larvaire ; nous avons procédé dans ce but à diverses expériences.

1° *Influence de la nourriture.* — Nous avons signalé précédemment

que des élevages faits pendant l'hiver et l'été à différentes températures constantes donnent des résultats très différents quant à la durée du développement.

Nous avons procédé à de nouveaux élevages en avril et en mai. En avril, il a été observé une nette diminution de la durée du développement pour les températures comprises entre 20 et 28° (*fig.* 54);

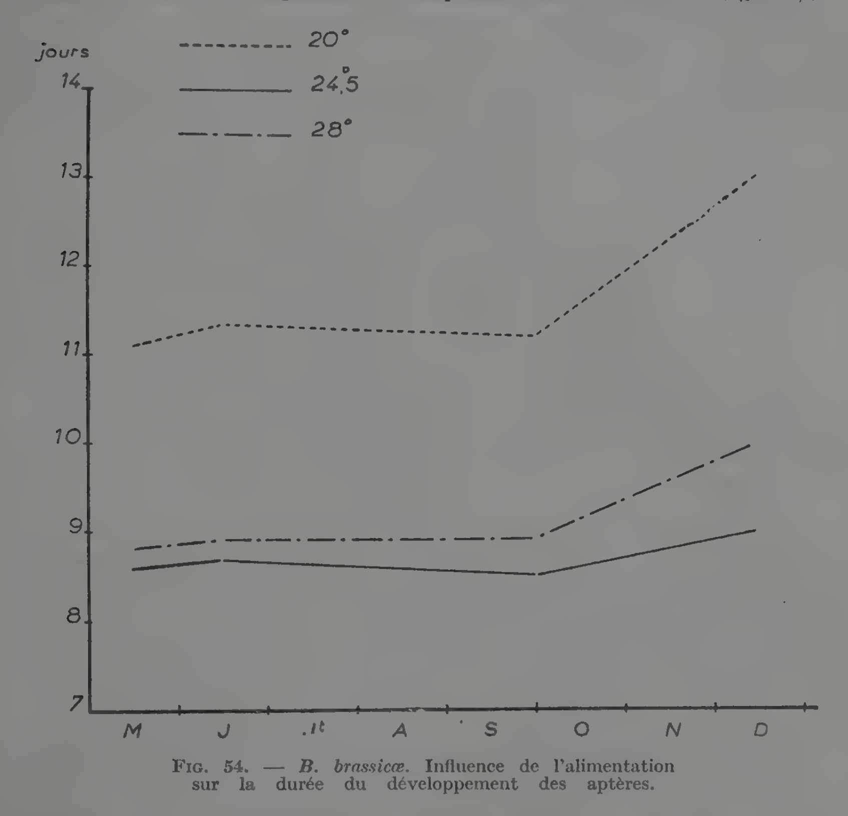


Fig. 54. — *B. brassicæ.* Influence de l'alimentation sur la durée du développement des aptères.

ce fait a été encore plus marqué pendant le mois de mai; les élevages réalisés pendant la première quinzaine de ce mois ont donné les durées moyennes de développement suivantes : 28°, 8,8 jours; 24° 5, 8,6 jours; 20°, 11,1 jours; un mois plus tard, elles passent à 8,9 jours à 28°; 8,7 jours à 24° 5; 11,3 jours à 20°; les feuilles de Chou se développent activement dans le courant du mois de septembre et le développement des Pucerons demande 8,9 jours à 28°; 8,5 jours à 24° 5 et 11,2 jours à 20°.

Ces différences sont principalement imputables à l'alimentation, les Pucerons utilisés dans toutes ces expériences provenant de la souche élevée en lignée pure; les élevages ont été faits dans les mêmes étuves

et rigoureusement dans les mêmes conditions de température et d'humidité ; cependant, par suite de la saison, l'éclairement était un peu plus intense et de plus longue durée au cours des essais réalisés pendant l'été.

Ceci montre que la valeur alimentaire des feuilles de Chou prélevées pendant la période hivernale est nettement inférieure à celle des feuilles récoltées pendant la belle saison (cette constatation ne concerne que les Aphides et ne peut être généralisée), le feuillage des plantes ayant, en hiver, une teneur en eau moins élevée que pendant l'été ; elle permet de supposer que les rapports entre les différents éléments constitutifs des cellules végétales sont plus proches en été qu'en hiver de l'alimentation optimum des Aphides.

Les différences peuvent être également très importantes pour des larves nées le même jour et élevées sur des feuilles d'âge différent, ou provenant de pieds dont la végétation a été plus ou moins rapide ; la nourriture fournie par des tissus à croissance ralentie peut augmenter la durée du développement de 25 à 40 p. cent.

2° *Influence de la lumière.* — Nous étudierons dans le chapitre VI, l'influence de la lumière sur la durée du développement, la fécondité et la longévité des virginipares aptères. Il n'a pas été constaté, en ce qui concerne *B. brassicæ*, de différences notables quant à la durée de la croissance des larves produites par des virginipares aptères dont la croissance était faite sous un éclairage normal ou à l'obscurité continue.

3° *Influence de la température à laquelle a été élevée la mère.* — Sanderson (1910), Shelford (1926) ont signalé que la durée du développement des insectes peut varier suivant les conditions de milieu, en particulier les précipitations, et l'importance des variations de température auxquelles ont été soumis les parents. Par ailleurs, Uichanco (1924) et Lawson (1939) ont montré que les éléments germinaux se développent précocement chez l'embryon des Aphides et sont nettement différenciés chez la larve au premier stade.

En raison du mode de reproduction vivipare présenté par les Aphides, il semblait possible qu'une larve dont le développement embryonnaire avait été très rapide ait une durée de développement post-embryonnaire plus courte que celle d'une autre larve dont le développement embryonnaire aurait été lent par suite de l'élevage de la mère à une température basse.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons constitué cinq lots de Pucerons nés le même jour. Les lots A, B et C ont été mis dans une étuve réglée à 24° 5 ; les larves du lot A provenaient de virginipares aptères élevés depuis plusieurs générations à la température de 24° 5, celles du lot B de virginipares aptères élevés à 17° et celles du lot C de virginipares aptères élevés à 8°. Les larves du lot D, élevées à 17°, avaient été engendrées par des virginipares aptères élevés à 24° 5 ; les larves du lot E, par des aptères élevés à 17°.

TABLEAU XXIV.

Durée de développement des larves dont les mères ont été élevées à des températures différentes.

Lots	Températures auxquelles ont élevées les		Durée moyenne de développement
	mères	larves	
A	24°5	24°5	8,7
B	17°	24°5	8,9
C	8°	24°5	8,8
D	24°5	17°	16,1
E	17°	17°	15,1

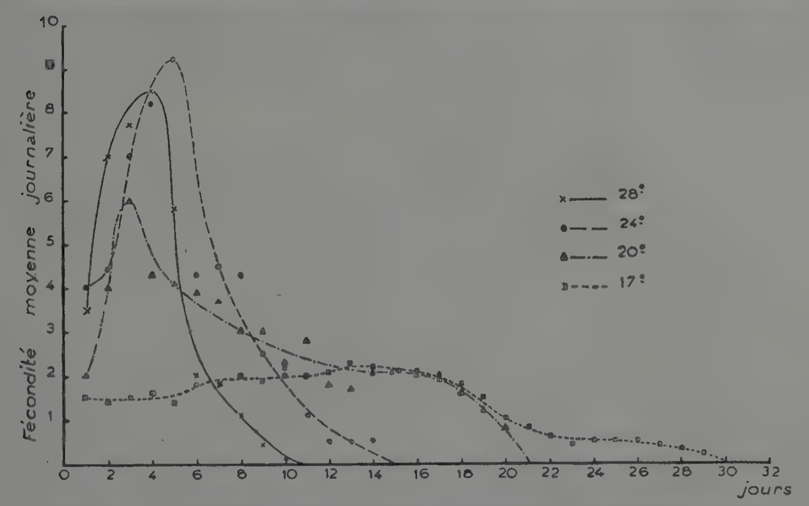


FIG. 55. — *B. brassicæ*. Fécondité moyenne journalière de virginipares aptères élevés aux températures constantes de 28, 24, 20 et 17°.

On peut donc conclure de ces résultats que les conditions de température sous lesquelles se sont développées les mères n'exercent pas d'influence sur la durée du développement de leurs descendants.

c) *Fécondité.*

Afin de déterminer l'influence de diverses températures constantes sur la fécondité des virginipares aptères de *B. brassicæ*, nous avons placé dans des étuves réglées aux températures de 28°, 24°, 20° et 17° des virginipares aptères provenant d'une lignée pure élevée au laboratoire depuis plusieurs générations.

Ces résultats sont reportés sur la figure n° 55 ; on voit qu'aux températures constantes de 28°, 24°, 20°, il existe une période de fécondité maximum se situant entre le troisième et le cinquième jours après la mue imaginale. A 17°, la fécondité reste remarquablement constante jusqu'aux dix-huitième ou dix-neuvième jours. La fécondité

totale est élevée aux températures de 24° (53 larves en moyenne) et 20° (54,4 larves) et notablement plus faible aux températures de 28° (37,9 larves) et 17° (41,3 larves).

Ackermann (1926) a remarqué que les températures constantes diminuaient la fécondité de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch ; à 18°, la fécondité moyenne a été de 45 Pucerons par femelle à la 1re génération et de 20 à la seconde ; à 24°, elle a été de 49,1 pour la 1re génération et de 32 pour la seconde.

Nous avons élevé plus de trente générations consécutives de *B. brassicæ* à la température constante de 24° ; chaque essai portait sur la descendance de 20 virginipares aptères.

La fécondité moyenne journalière de ces différentes générations est mentionnée dans le tableau ci-dessous. Dans la dernière colonne de droite est reportée la fécondité moyenne journalière pour les 25e, 26e, 27e, 28e, 29e et 30e générations.

Tableau XXV.

Fécondité moyenne journalière de virginipares aptères élevés pendant trente générations consécutives à une température constante de 24°.

Nombre de jours après la mue imaginale	Désignation des générations								
	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	25 à 30e
1	2,6	2,4	2,0	0,5	0,9	1,2	1,0	1,8	3,1
2	3,7	3,2	2,0	1,3	1,2	2,1	2,2	2,3	4,8
3	4,5	3,8	1,0	1,8	1,9	1,8	2,0	2,2	3,2
4	5,0	4,2	1,3	2,5	2,0	2,1	2,2	2,0	2,3
5	5,9	4,7	1,6	1,6	1,5	1,8	2,0	2,2	2,8
6	3,9	3,0	1,7	1,3	1,7	2,0	2,2	2,1	2,7
7	3,5	2,2	2,3	1,2	1,8	1,9	1,6	2,0	3,5
8	3,5	1,4	1,1	1,1	1,2	1,9	1,8	2,1	3,2
9	2,0	1,8	1,4	1,0	0,8	1,0	1,2	1,8	2,1
10	2,0	1,2	1,0	0,9	0,6	1,2	1,4	1,6	1,8
11	0,3	0,6	0,5	0	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5
12	0,2	0,8	0,1	0	0	0,2	0,1	0,2	0,2
13	0,2	0,5	0,2		0	0	0	0	0
14	0,2	0	0,1				0	0	0
15	0,1	0	0						0
16	0	0							
17	0	0							

Nous voyons que la fécondité moyenne diminue graduellement de la 2e génération jusqu'à la 5e et augmente par la suite.

d) *Longévité.*

La longévité des Aphides élevés à des températures constantes est notablement plus faible que celle des Aphides élevés à des températures variables ou alternées : elle est d'autant plus courte que la température est plus haute. Les courbes de mortalité de 100 virginipares aptères élevés à des températures constantes de 28°, 24°, 20° et 17° sont représentées sur le graphique n° 56 ; on voit que la longévité des virginipares aptères est deux fois plus grande à 20° qu'à 28° et deux fois plus à 17° qu'à 24°.

Parallèlement à la fécondité, la longévité diminue progressivement jusqu'à la 5e génération ; elle s'accroît légèrement au cours des générations ultérieures.

e) *Dimensions.*

Les dimensions des Aphides diffèrent très peu lorsqu'ils sont placés dès leur naissance à diverses températures constantes. A deux périodes de l'année, des larves âgées de moins de 10 h. ont été placées dans

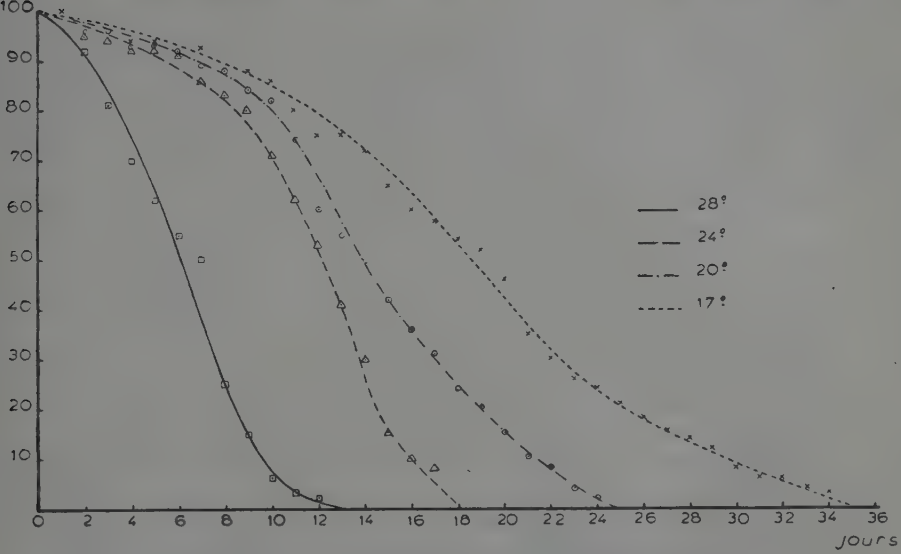


Fig. 56. — *B. brassicæ.* Longévité de virginipares aptères élevés aux températures constantes de 28, 24, 20 et 17°.

diverses étuves à température et humidité relative constantes. Les mensurations ont été faites peu de temps après la production des premières larves.

Tableau XXVI.

Longueur moyenne des virginipares aptères élevés à diverses températures constantes

Date de l'essai	Températures constantes de						
	8°	12°	15°5	20°	21°	24°	28°
Avril					2,16 ± 0,24	1,92 ± 0,12	1,90 ± 0,20
Juin	2,25 ± 0,18	2,25 ± 0,15	2,25 ± 0,18	2,16 ± 0,18		2,14 ± 0,12	1,90 ± 0,10

C'est donc seulement aux températures de 24 à 28° que la longueur des Pucerons diminue d'une manière appréciable ; aux températures comprises entre 18° et 24°, les dimensions restent sensiblement les

mêmes ; aux températures inférieures à 15°, les Aphides sont d'une taille légèrement supérieure à la moyenne. En plein air, les Pucerons sont nettement plus volumineux au printemps et en automne qu'en été.

La nature de l'alimentation joue un rôle important ; des larves provenant de la même mère, nourries de feuilles de même surface, mais prélevées sur des pieds différents, peuvent présenter des écarts notables de taille. Les Aphides élevés pendant plusieurs générations consécutives à des températures constantes et hautes manifestent une réduction assez marquée de leur longueur.

Des mensurations ont été faites sur plusieurs générations de Pucerons élevés à la température constante de 24°. La première génération était constituée par des Aphides dont la croissance s'était effectuée en plein air jusqu'à la quatrième mue.

La longueur moyenne des Pucerons a été la suivante pour les différentes générations :

1re génération	2,32 ± 0,09
2e —	1,93 ± 0,13
3e —	1,86 ± 0,15
4e —	1,74 ± 0,19
5e —	1,70 ± 0,20
6e —	1,95 ± 0,22
7e —	2,09 ± 0,15

Il se produit donc une diminution progressive de la taille des insectes jusqu'à la 5e génération ; par la suite, les dimensions des Pucerons ont augmenté légèrement, pour rester sensiblement constantes mais inférieures à la longueur moyenne des Aphides se développant en plein air.

Ewing (1916) a élevé *Aphis avenæ* Fab. (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch) en lignée pure pendant un grand nombre de générations à différentes températures constantes ; il a également noté une certaine réduction de la taille des insectes ; alors que la longueur moyenne des Aphides récoltés en plein air était de 1,67 mm, elle n'était que de 1,155 mm à 70°F et 1,246 mm à 80°F.

L'élevage à des températures constantes moyennes ou hautes produit donc une certaine diminution de la longueur des Aphides en même temps qu'une réduction de la fécondité, mais il se produit par la suite une sorte « d'accoutumance physiologique » de l'Insecte à des conditions particulières d'existence ; cela se traduit par une augmentation de la taille et de la fécondité, qui restent cependant inférieures à celles des Pucerons placés dans des conditions normales d'existence.

Ackermann (1926) a signalé la présence de quatre sortes de globules, de nature lipoïdique, les uns colorés, les autres incolores, dans le sang de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch. Les températures de solidification de ces globules sont constantes pour les Pucerons élevés eux-mêmes à une température sensiblement constante. Si l'on transfère ces Aphides à une température plus élevée, on constate que les tem-

pératures de solidification des globules augmentent peu à peu pour atteindre finalement un état d'équilibre; l'inverse se produit lorsque les Pucerons sont transportés à une température basse. Ces faits démontrent bien que l'insecte est susceptible de modifier la composition de ses tissus, afin de s'adapter aux nouvelles conditions de milieu; cette adaptation peut se produire en une ou plusieurs générations suivant le cas.

Il résulte de ceci qu'on ne peut utiliser intégralement les résultats obtenus avec des Aphides élevés à des températures constantes pour expliquer certains phénomènes qui se produisent dans la nature. Il convient donc d'être très prudent quant aux conclusions qui se dégagent des expériences où l'on soumet non seulement les insectes, mais aussi les plantes, à des conditions de milieu aussi particulières que celles qui sont créées par des étuves ou des locaux maintenus à une température constante et dont l'éclairement est forcément très réduit. Il est impossible de réaliser expérimentalement un éclairage artificiel présentant des analogies, même lointaines, avec celui qui est fourni par la lumière solaire; il est, par contre, possible de se rapprocher quelque peu des variations journalières de température en élevant les Pucerons à des températures alternées.

Virginipares ailés. — L'élevage des virginipares ailés dans des étuves à température constante est extrêmement difficile, par suite du faible éclairage reçu par celles-ci. Nous avons indiqué précédemment (p. 49) les résultats des élevages d'ailés faits au laboratoire sur des feuilles coupées placées dans des cages en rhodoïd et disposées près de la fenêtre. Nous nous bornerons à indiquer ici la durée du développement des virginipares ailés comparativement à celle des virginipares aptères.

La plupart des auteurs admettent que le développement larvaire des virginipares ailés est un peu plus long que celui des aptères. D'après Ewing (1916), le développement d'*Aphis avenæ* Fab. (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch) se fait à la température de 70°F en 6 jours pour les aptères, contre 9,5 jours pour les ailés; à 80°F en 7 jours pour les aptères et 7,5 jours pour les ailés. Baker et Turner (1919) ont signalé que les différents stades des aptères et ailés de cette espèce exigent sensiblement le même temps, à l'exception du dernier stade qui est plus long d'un jour pour les ailés que pour les aptères (la durée moyenne du développement des aptères étant de 8,36 jours).

Il n'en serait pas de même pour *B. brassicæ;* d'après Herrick et Hungate (1911), les différents stades et le développement total des larves ailées et aptères nécessitent le même temps.

Nos élevages nous ont donné les résultats suivants :

TABLEAU XXVII.

Durée du développement, depuis la naissance jusqu'à la mue imaginale, des virginipares aptères et ailés à différentes températures constantes.

Forles	Températures constantes de			
	15°	20°	24°5	28°
Aptère	14,2 + 1,7	11,3 ± 0,8	8,6 ± 0,4	9,4 ± 1,8
Ailé	15,5 ± 0,5	12,2 ± 0,9	9,4 ± 0,5	9,6 ± 1,7

Les aptères se développent donc d'une manière générale un peu plus rapidement que les ailés et l'écart est d'autant plus sensible que la température est plus basse.

2. Myzus persicæ. — Avec cette espèce, nous n'avons cherché qu'à vérifier quelques résultats des expériences réalisées avec *B. brassicæ.* Les essais ont été conduits d'une manière identique.

VIRGINIPARES APTÈRES. — a) *Durée de développement.* — Un essai a été commencé au début du mois de juin, l'autre à la mi-novembre.

TABLEAU XXVIII

Durée moyenne de développement des virginipares aptères à différentes températures constantes.

Dates des essais	Températures constantes de					
	8°	12°	15°5	20°	24°	28°
Juin	25 ± 6	18 ± 5	13,3 ± 1,8	9,8 ± 0,8	7,6 ± 0,6	8,1 ± 0,8
Novembre..........	32 ± 8	22 ± 4	13,8 ± 2,5	11,0 ± 1,0	7,9 ± 0,9	8,2 ± 1,0

La durée du développement a été, comme pour *B. brassicæ,* plus longue en automne que dans le courant de l'été. La température-seuil de développement calculée d'après la formule de la constante thermique est de 3,2 pour les élevages faits en juin et de 8,8 pour les essais réalisés en novembre. Les écarts entre les deux chiffres sont encore plus marqués que pour *B. brassicæ;* le chiffre de 3,2 est très voisin du seuil pratique.

b) *Dimensions.* — Il a été signalé précédemment que les dimensions de *B. brassicæ,* élevés depuis la naissance jusqu'à la mue imaginale à diverses températures constantes, étaient sensiblement les mêmes pour les températures comprises entre 18 et 24°, un peu plus fortes pour les températures inférieures à 18° et légèrement plus faibles à 28°. Il en est de même pour *M. persicæ;* les longueurs moyennes des Pucerons sont les suivantes : 8°, 2,15 ± 0,2 ; 12°, 2,10 ± 0,15 ; 15° 5, 1,83 ± 0,12 ; 20°, 1,85 ± 0,09 ; 24°, 1,80 ± 0,2 ; 28°, 1,68 ± 0,18 mm.

VIRGINIPARES AILÉS. — Comme pour *B. brassicæ*, la durée de développement des ailés de *M. persicæ* est un peu plus longue que celle des aptères; les chiffres suivants ont été obtenus dans des élevages faits en juin à différentes températures constantes : 8°, 29 ± 8,0 jours; 12°, 21 ± 4,0 jours; 15° 5, 15,4 ± 2,0 jours; 20°, 10,2 ± 1,2 jours; 24°, 8,0 ± 1,1 jours.

B. — Action des températures alternées

Nos expériences ayant démontré que *M. persicæ* se comportait sensiblement de la même manière que *B. brassicæ*, nous ne relaterons ici que les résultats obtenus avec ce dernier Puceron.

1. Durée de développement. — L'élevage à des températures alternées consiste à placer les animaux, pendant un certain nombre d'heures par jour, à une température constante donnée, puis à les transférer pendant le reste de la journée à une autre température constante.

Plusieurs chercheurs ont élevé comparativement divers insectes à des températures constantes ou alternées; les conclusions sont très variables et souvent opposées. Nous avons fait par ailleurs une étude (1946) portant sur cette question, en utilisant comme sujet d'expérience un Pentatomide : *Eurydema ornatum* L. Nous avons constaté que les températures alternées, comparées aux températures moyennes constantes qui leur correspondent, retardent le développement des œufs mais accélèrent celui des larves aux deuxième, troisième, quatrième et cinquième stades. HEADLEE (1914) a élevé un Aphide, *Toxoptera graminum* Rond., à des températures constantes et à des températures variables; le développement a été beaucoup plus long aux températures variables qu'aux températures constantes.

Des expériences de cet ordre sont très difficiles à réaliser avec les Aphides, par suite de la rapidité de leur développement et des grandes variations individuelles que présente celui-ci. En outre, l'alimentation jouant un rôle important, ainsi que nous l'avons montré précédemment, on est amené à renouveler fréquemment les feuilles afin de diminuer l'influence de ce facteur.

Ces essais ont été effectués à la fin du mois d'avril; les Pucerons soumis aux températures alternées étaient placés pendant 7 h 30 par jour à la température la plus basse et pendant 16 h 30 à la température élevée.

L'examen du tableau ci-après montre que les températures alternées n'accélèrent ni ne retardent le développement de *B. brassicæ*.

TABLEAU XXIX.

Élevage comparatif de larves de B. brassicæ à des températures constantes et à des températures alternés.

Températures	Températures moyennes	Nombre d'aphides	Durée moyenne de développement
Alternées :			
28°8°	21°7	127	9,6 ± 1,6
28°-20°	25°0	226	8,4 ± 1,9
24°-14°	22°1	112	10,0 ± 3,0
25°-11°	20°6	165	11,7 ± 1,7
Constantes :			
20°		101	11,2 ± 2,6
25°		88	8,5 ± 2,4
28°		233	8,8 ± 1,7

2. Fécondité. — Il était intéressant de voir si l'élevage de *B. brassicæ* à des températures alternées, dans les mêmes étuves que celles employées pour les expériences sur les températures constantes, conduisait aussi à une diminution progressive de la fécondité au cours des premières générations.

Le point de départ a été constitué par 20 virginipares aptères récoltés en plein air au quatrième stade larvaire ; les cages d'élevage étaient mises de 9 h 15 à 16 h 45 à l'étuve à 17° et de 16 h 45 à 9 h 15 à l'étuve à 24°.

TABLEAU XXX.

Fécondité moyenne journalière de générations successives de vtrginipares aptères élevés aux températures alternées de 24° et 17° (temp. moyenne 21°8).

Nombre de jours après la mue imaginale	Générations					
	1re	2e	3e	4e	5e	6e
1	2,9	1,2	2,1	1,2	1,0	1,5
2	4,6	3,1	3,5	0,5	3,1	2,3
3	4,5	4,2	4,2	2,0	4,5	3,9
4	4,6	4,5	4,6	2,5	5,1	4,2
5	9,0	7,1	4,5	6,8	3,0	3,9
6	8,5	5,5	4,3	5,4	3,4	4,2
7	4,1	6,1	4,1	4,8	3,2	3,9
8	3,3	4,5	4,8	3,5	3,5	3,2
9	4,0	4,1	3,6	6,9	3,3	4,8
10	3,0	3,0	3,5	4,8	2,3	5,0
11	4,1	3,5	2,6	3,9	3,3	4,8
12	4,2	3,5	2,5	3,3	2,1	3,4
13	2,5	3,0	1,5	3,5	2,0	2,6
14	1,0	1,2	1,8	2,2	2,1	1,9
15	1,5	1,7	2,0	2,5	2,0	1,2
16	1,1	0,9	1,5	1,0	0,5	0,8
17	0	0,6	0,6	0	0,5	0,6
18	0	0,6	0,3	0,5	0	1,0
19	0,6	0,4	0,3	0,5	0	0,4
20	0	0,2	0,2	0,2	0	0
21	0	0	0,1	0		
22	0	0	0			
23	0	0	0			
24	0	0				
25	0					
26	0					
TOTAL	63,5	58,9	52,6	56,0	44,9	53,6

Ces élevages ont été réalisés au même moment que les essais poursuivis à des températures constantes, de sorte que l'influence de la nourriture peut être éliminée ; aux températures alternées, la fécondité est notablement plus élevée qu'aux températures constantes correspondantes, puisqu'elle a été de 63,5 jeunes pour la 1re génération, contre 52,6 pour la température constante de 20° et 53 pour la température constante de 24°.

Cependant, l'élevage à des températures alternées poursuivi pendant plusieurs générations entraîne une légère diminution de la fécondité moyenne ; il est vraisemblable que cela tient, pour une part, à l'éclairement réduit des étuves.

3. Longévité. — Aux températures alternées, la longévité du Puceron cendré du Chou est également plus grande qu'aux températures constantes ; les insectes élevés dans ces conditions, pendant plusieurs générations consécutives, présentent une légère diminution de la longévité, la longévité maximum pour 20 insectes étant de 26 jours pour la 1re, 24 jours pour la 2e, 23 jours pour la 3e, 21 jours pour la 4e, 20 jours pour la 5e, 20 jours pour la 6e génération.

4. Dimensions. — Nous avons élevé en parallèle des larves âgées de moins de 10 h. provenant toutes d'une lignée pure, à des températures constantes de 21°, 25° et 28° et à des températures alternées de 8°-28°, 21°-27° et 11°-25° ; les mensurations indiquées ci-dessous ont été faites sur ces Pucerons quelques jours après la production des premières larves.

TABLEAU XXXI.

Longueur moyenne des virginipares aptères ou ailés élevés à diverses températures alternées.

Formes des Pucerons	Températures alternées	Température moyenne	Nombre de Pucerons	Longueur		
				Min.	Max.	Moyenne
Aptères	28– 8°	21,7	25	1,95	2,31	2,16 ± 0,15
	28–20°	25,0	26	1,95	2,40	2,18 ± 0,23
	25–11°	20,6	27	1,80	2,49	2,18 ± 0,31
Ailés	28– 8°	21,7	14	1,65	1,98	1,77 ± 0,21
	27–21°	25,0	12	1,65	1,80	1,71 ± 0,09
	25–11°	20,6	13	1,65	1,93	1,72 ± 0,21

Si nous comparons ces chiffres à ceux que nous avons obtenus avec les larves élevées à des températures constantes de 21°, 24°, 28° (tableau n° XXVI), nous constatons que la longueur moyenne des Aphides est légèrement plus forte aux températures alternées qu'aux températures moyennes correspondantes.

Nous avons vu précédemment que les dimensions des Aphides élevés dans des étuves à des températures moyennes constantes diminuent progressivement jusqu'à la 5e génération, puis augmentent peu à peu par la suite tout en restant nettement inférieures aux dimensions normales.

L'élevage à des températures alternées amène une légère réduction de la longueur des Pucerons, mais elle est très nettement plus faible que celle qui a été notée avec les températures constantes.

La longueur moyenne des Aphides a été la suivante pour les différentes générations d'un élevage conduit aux températures alternées de 24° et 17°.

1re génération	2,34 ± 0,18
2e —	2,25 ± 0,17
3e —	2,26 ± 0,14
4e —	2,19 ± 0,06
5e —	2,23 ± 0,08
6e —	2,08 ± 0,3
7e —	2,05 ± 0,15
8e —	2,16 ± 0,20

Nous pouvons donc conclure que l'*optimum abiotique*, tel que nous l'avons défini par ailleurs (1946), se caractérise par une température variable oscillant entre 16° et 24° et un éclairement naturel d'une durée de 12 à 16 h (voir p. 120 et 126).

La lumière augmente la fécondité, la longévité et la taille des Pucerons. Des aptères récoltés le 7 octobre sur des feuilles de Chou et sur des hampes florales de Colza ont été élevés dans les trois conditions suivantes :

a) A la température constante de 24° 5 ;

b) A la température de 24° 5 pendant 16 h 30 et de 15° pendant 7 h 30 par jour (température moyenne : 21° 5) ;

c) Près de la fenêtre, dans une pièce où la température a varié de 19° à 23° (moyenne : 21°).

TABLEAU XXXII

Influence de diverses conditions de température et d'éclairement sur les dimensions de pucerons aptères.

Conditions d'élevage	Générations	Élevage sur feuille de Chou	Élevage sur fleur de Colza
Étuve à température constante de 24°5.	Mères. 1re génération. 2e génération.	2,6 ± 0,4 2,5 ± 0,4 2,32 ± 0,6	2,9 ± 0,6 2,55 ± 0,4 2,43 ± 0,8
Températures alternées 24°5 et 15°.	Mères 1re génération. 2e génération.	2,6 ± 0,6 2,5 ± 0,5 2,57 ± 0,3	2,9 ± 0,6 2,45 ± 0,8 2,54 ± 0,6
Salle d'élevage, températures variables 19° à 23°.	Mères. 1re génération. 2e génération.	2,6 ± 0,4 2,8 ± 0,8 2,76 ± 0,6	2,9 ± 0,6 2,55 ± 0,4 2,72 ± 0,6

En plein air, les Pucerons sont un peu plus gros sur les hampes florales de Colza que sur les feuilles de Chou (2,9 contre 2,6 mm dans le cas présent) ; ces différences de taille ne persistent pas lorsque l'élevage est fait au laboratoire sous diverses conditions de température et de lumière. Il est vraisemblable que la plus grande taille des Puce-

rons se développant dans la nature sur les hampes florales de Colza soit due à un éclairement plus intense (les Pucerons se tenant à la face inférieure des feuilles) et à une meilleure nourriture ; il convient cependant de remarquer que cette dernière influence est contre-balancée par la très grande densité des Pucerons, qui constituent toujours des colonies extrêmement populeuses sur les tiges florales de Colza.

L'humidité de l'air joue un rôle assez limité, tout au moins en ce qui concerne les Pucerons élevés sur la feuille de Chou, la transpiration abondante de la feuille assurant, dans la plupart des cas, une humidité suffisamment élevée.

C. — Conclusions.

La valeur alimentaire des feuilles de Chou récoltées sur des plantes ayant 6 à 15 feuilles varie beaucoup suivant la saison, bien que ces feuilles, relativement petites (7 cm de longueur en moyenne), soient à un stade très éloigné de la maturité. On conçoit que les écarts soient beaucoup plus importants avec des végétaux dont la maturité se produit à la fin de l'été ou en automne ; les répercussions sur la production des formes ailées peuvent être considérables avec ces dernières plantes.

Cette variabilité de la composition des tissus a été démontrée par les différences de durée de développement des virginipares aptères et ailés de *B. brassicæ* et de *M. persicæ*. Les seuils théoriques de développement calculés d'après la formule de la constante thermique ont été, pour *B. brassicæ*, de 3° 1 avec les expériences faites en juin et de 8° 0 pour celles réalisées pendant l'hiver ; ils sont respectivement de 3° 2 et de 8° 8 pour *M. persicæ* : les seuils théoriques obtenus par les élevages effectués en juin ont été très proches des seuils pratiques.

Les températures auxquelles ont été élevés des Pucerons n'ont pas d'influence sur la croissance de leurs descendants. Pendant l'été, les dimensions des Pucerons sont plus faibles qu'au printemps ou à l'automne ; ceci est principalement dû à l'action directe de la température sur les insectes, puisque les Aphides élevés dans des étuves à une haute température sont plus petits que ceux dont la croissance s'est faite à une température basse, les conditions d'alimentation étant identiques. Il peut s'y ajouter l'action de la nourriture en période sèche ou lorsque la maturité de la plante-hôte a lieu précocement.

Les Pucerons élevés pendant plusieurs générations consécutives à différentes températures constantes ont une longévité, une fécondité et une taille inférieures à celles des Pucerons élevés à des températures alternées.

Les facteurs climatiques les plus favorables au développement des Aphides sont les suivants : une température variable (16 ou 18° à 24°), une humidité relative moyenne de l'ordre de 50 à 75 p. cent et, ainsi que nous le verrons par la suite, un éclairement suffisamment intense. L'état physiologique des Pucerons peut être fortement modifié lorsqu'ils

sont placés dans des conditions de milieu s'écartant notablement des précédentes, ce qui peut entraîner des interprétations erronées dans la discrimination des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées ou sexuées.

IV. — AGE DES GÉNITEURS

Les virginipares ailés naissent généralement en mélange avec les virginipares aptères et l'importance relative des ailés et des aptères dans la descendance totale d'un Aphide paraît être extrêmement variable.

Chez quelques espèces, la fondatrice donne naissance uniquement à des *fundatrigeniæ alatæ* (*Drepanosiphum platanoïdes* Schrank, *Anuraphis cratægi* Kltb, etc.) ; dans d'autres cas, la descendance des fondatrices comprend un petit nombre d'ailés et le pourcentage des ailés augmente régulièrement dans la suite des générations ; c'est ainsi que pour *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch., la deuxième génération de *fundatrigeniæ* comprend 8,91 p. cent d'ailés, la troisième 58,4 p. cent la quatrième 98,5 p. cent et la cinquième 100 p. cent (Baker et Turner, 1919). D'après les mêmes auteurs (1916 *b*), chez *Aphis pomi* L., le nombre des ailés est supérieur à celui des aptères à la seconde génération alors que dans toutes les générations suivantes il y a moins d'ailés que d'aptères. Plus souvent, la totalité de la première génération de *fundatrigeniæ* est aptère et les ailés n'apparaissent en petit nombre qu'à la seconde génération. Pour les espèces à migration obligatoire, tous les Pucerons engendrent finalement des ailés en quelques générations et la plante-hôte est totalement libérée de ses parasites (*Sappaphis plantaginea* Pass., *Myzus cerasi* L., *Aphis fabæ* Scop., *Anuraphis helichrysi* Kalt, etc.). Enfin, la production exclusive d'ailés s'observe rarement chez les espèces à migration facultative et les espèces non migrantes.

L'ordre suivant lequel apparaissent les virginipares ailés et les virginipares aptères dans la descendance d'un Aphide est intéressant à connaître, mais les observations qui ont été faites sur cette question sont souvent contradictoires.

D'après Baker et Turner (1916), les premiers descendants des virginipares aptères d'*Aphis pomi* L. sont généralement tous aptères et les derniers tous ailés.

Gregory (1917), opérant avec *Microsiphum destructor* John, a remarqué qu'il peut apparaître un pourcentage important d'aptères parmi les jeunes nés en dernier.

Shull (1935) a effectué, avec *Macrosiphum solanifolii* Ashm., une série d'essais portant sur un très grand nombre d'individus. Les Pucerons ont été élevés sur des pieds de Pomme de terre soumis à un éclairage artificiel permanent, ou limité à 8 h par jour, combiné

avec des températures de 24° et 14° ; les Pucerons utilisés comme géniteurs appartenaient à six catégories : trois étaient des aptères élevés aux températures constantes de 24° et 14° ou à des températures alternées de 24° et 14° ; les trois autres lots étaient fournis par des virginipares ailés élevés dans les mêmes conditions que précédemment. Ces expériences ont été faites suivant les 24 combinaisons possibles : les descendants produits étaient groupés en lots différents tous les 2 jours lorsque l'essai était fait à 24° et tous les 4 à 5 jours à 14°. Chaque essai comprenait ainsi 6 à 8 lots successifs et le pourcentage d'ailés était calculé pour chaque lot. SHULL a pu, de cette manière, dresser 24 graphiques. D'une façon générale, le pourcentage d'ailés est très élevé parmi les Pucerons nés en premier et diminue régulièrement pour tomber à près de 0 p. cent chez les derniers-nés. Cependant, pour les Pucerons se développant sur des plantes séjournant dans une pièce à 24° et ne recevant pas un éclairage permanent, les premières larves produites sont en majorité ailées, puis la proportion diminue notablement jusqu'au milieu de la période reproductrice ; elle augmente progressivement ensuite. Lorsque les parents sont des virginipares ailés, le pourcentage d'ailés est nettement plus élevé à la fin de la période reproductrice qu'au début.

Les virginipares ailés de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* produisant presque exclusivement des virginipares aptères, nos expériences n'ont été réalisées que sur des formes aptères.

A. — Brevicoryne brassicæ.

Nous démontrerons ultérieurement que la maturité des plantes-hôtes, le dessèchement de leurs tissus, favorisent l'apparition des ailés ; il convient donc de placer les géniteurs sur des plantes en pleine croissance et de veiller à ce que la vigueur de celles-ci soit toujours suffisante jusqu'à la fin de l'expérience. Il ne faut pas non plus oublier que les premières larves produites provoquent par leurs piqûres une altération rapide des tissus, ce qui diminue la valeur qualitative et quantitative de la nourriture des géniteurs.

Afin de déterminer l'influence de l'âge des mères sur la production des virginipares ailés, nous avons utilisé comme géniteurs des Pucerons dont le développement larvaire s'était effectué dans des conditions de « surpopulation », expérimentale pour les uns, naturelle pour les autres.

Dès la mue imaginale, les mères et leur descendance ont été élevées au laboratoire sur des feuilles coupées et changées fréquemment, afin qu'elles aient en permanence une nourriture fraîche à leur disposition. Au cours de toute l'expérience, commencée le 24 juillet, la température moyenne a été de 20°.

Les numérations ont été faites lorsque les Pucerons étaient au quatrième stade larvaire ; l'essai a porté sur quatre cages comprenant chacune 10 à 18 virginipares aptères ; les larves étaient laissées avec leurs

mères jusqu'à ce qu'elles aient atteint le quatrième stade. Il a été obtenu 306 ailés et 804 aptères.

TABLEAU XXXIII.

Composition de la descendance de virginipares aptères ayant été en surpopulation pendant leur développement larvaire.

Nature des descend.	Jours après la mue imaginale des mères								
	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Aptères	34	72	67	47	61	95	123	41	60
Ailés	21	23	63	46	19	35	19	18	38
P. cent Ailés	38,1	24,2	48,1	49,4	21,1	25,0	32,0	32,0	39,8

Nature des descend.	Jours après la mue imaginale des mères								
	19	21	23	25	27	29	31	33	35
Aptères	43	38	41	25	9	21	14	9	4
Ailés	10	5	8	0	0	0	0	0	0
P. cent Ailés	18,8	11,6	16,3	0	0	0	0	0	0

Nous voyons qu'à la température moyenne de 20°, la production maximum des ailés a eu lieu durant les 17 premiers jours de la ponte, qu'elle s'est abaissée pendant les 6 jours suivants et est devenue nulle à partir du 23e jour. Ces résultats concordent donc avec ceux fournis par SHULL.

Mais, dans le cas présent, la diminution du pourcentage d'ailés à la fin de la période de reproduction pourrait s'expliquer par le changement de nourriture, changement dont les effets ne se feraient sentir qu'au bout de 23 jours à une température moyenne de 20°. En effet, le développement embryonnaire des larves qui naquirent peu de temps après la mue imaginale avait débuté au moment où leurs mères s'alimentaient de tissus végétaux partiellement épuisés, alors que celui des larves qui furent engendrées à la fin de la période de reproduction ne se produisit que lorsque les géniteurs disposaient d'une nourriture abondante.

Nous avons, en conséquence, élevé 10 virginipares aptères obtenus dans l'essai précédent le 17e jour après la mue imaginale de la mère. Tout le développement embryonnaire et larvaire de ces aptères et de leurs descendants s'est donc fait uniquement sur des feuilles vigoureuses; les larves étaient laissées au contact de leurs mères jusqu'à ce qu'elles aient atteint le quatrième stade larvaire; elles étaient alors enlevées et comptées; il a été obtenu 35,6 p. cent d'ailés, dont 34,9 p. cent pendant la première moitié de la période de reproduction.

Un point important à noter est que les aptères ayant été très féconds, il y avait une forte densité d'Aphides sur la feuille de Chou, ce qui a permis à la surpopulation d'exercer son action, mais d'une façon moins marquée que précédemment; la proportion d'ailés est en conséquence beaucoup plus faible, notamment parmi les larves nées au début de la période de reproduction.

TABLEAU XXXIV.

Composition de la descendance de 10 aptères obtenus dans l'expérience précédente.

Nombre de jours après la mue imaginale	Ailés	Aptères	Nombre de jours après la mue imaginale	Ailés	Aptères
1............	0	21	11............	1	5
3............	2	5	13............	0	6
5............	29	10	15............	1	5
7............	15	22	17............	0	5
9............	4	8	19............	0	7
			TOTAL......	52	94
			P. cent ailés ..	35,6 %	

A la fin du mois d'avril, nous avons élevé dans des cellules des aptères provenant de lots où la surpopulation avait été évitée ; l'essai portait sur 10 cellules renfermant chacune 10 aptères, qui ont été placées sur des feuilles de Choux plantés en pot. Les larves nées dans ces cages étaient enlevées tous les 3 jours jusqu'à la mort des adultes ; de cette manière, les dernières larves produites provenaient de parents ayant une alimentation de plus en plus déficiente et les larves elles-mêmes étaient très mal nourries pendant une durée maximum de 3 jours ; il semblait donc probable que le pourcentage des ailés serait plus important avec les larves nées en dernier qu'avec celles produites dès le début de la période de reproduction. La température moyenne durant l'expérience a été de 20°.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de l'expérience.

TABLEAU XXXV.

Influence de l'âge des mères sur la production des formes ailées, les géniteurs et les larves étant soumis à une alimentation progressivement déficiente.

Forme des pucerons	Nombre de jours après la mue imaginale					
	1	3	5	7	9	11
Aptères	85	140	71	16	88	6
Ailés	0	102	65	19	13	0
Intermédiaires			3			
P. cent ailés (¹)	0	42,1	48,8	54,2	12,8	0

(¹) Les intermédiaires étant assimilés à des ailés.

Un autre essai a été fait d'une manière légèrement différente ; des cellules renfermant un grand nombre de Pucerons ont été réparties sur des feuilles de Chou en pots et laissés en place jusqu'à ce que le limbe commence à jaunir sous l'action des piqûres multiples auquel il était soumis. Des virginipares aptères provenant d'un élevage où les feuilles étaient fréquemment changées et la surpopulation évitée ont été mis pendant 48 h sur ces portions de feuille altérées ; ils ont été transportés ensuite sur une feuille fraîche pendant 24 h, puis transférés à

nouveau pendant 48 h sur l'ancien emplacement d'une cellule et ainsi de suite jusqu'à la mort des mères.

Chaque fois que les Pucerons étaient retirés des cellules, les larves étaient enlevées et transportées sur une feuille coupée placée dans une cage. Les géniteurs ont donc été placés dans des conditions d'alimenta-

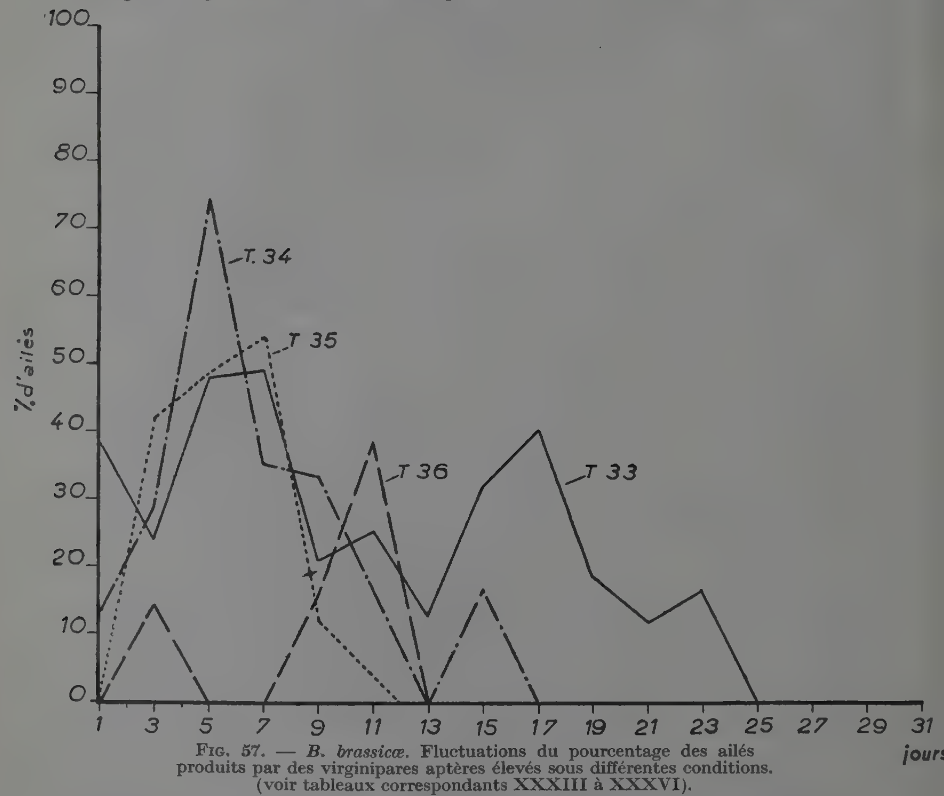


Fig. 57. — *B. brassicæ*. **Fluctuations du pourcentage des ailés produits par des virginipares aptères élevés sous différentes conditions. (voir tableaux correspondants XXXIII à XXXVI).**

tion déficiente, mais sensiblement constantes pendant toute leur existence et les larves ont eu une mauvaise nourriture pendant 48 h au maximum. La mortalité a été forte parmi les mères et les larves.

Tableau XXXVI.

Influence de l'âge des parents sur la production des formes ailées, les géniteurs recevant une alimentation déficiente depuis la mue imaginale jusqu'à la mort (température moyenne 22°).

Forme des pucerons	Jours après la mue imaginale								
	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Aptères	16	145	15	76	16	21	6	12	6
Ailés	0	25	0	0	3	13	0	0	0
P. cent d'ailés.......	0	14,6	0	0	15,8	38,2	0	0	0

En procédant de cette manière, il n'a pas été obtenu un pourcentage d'ailés moins important que dans les expériences précédentes.

Nous avons reporté sur la figure n° 57 les chiffres indiqués dans les quatre tableaux précédents ; on voit que, dans les trois premiers cas, le pourcentage d'ailés est maximum entre les 5e et 7e jours après la production de la première larve alors que pour la quatrième expérience le pourcentage maximum d'ailés n'a lieu que le 11e jour.

Il convenait enfin de rechercher si ces faits se produisaient avec des Pucerons élevés sur des plantes (et non sur des feuilles coupées) et à des températures différentes. Nous avons élevé individuellement des Pucerons provenant d'une même lignée dans une serre non chauffée et à différentes époques de l'année. Aucune précaution spéciale n'a été prise pour éviter ou favoriser l'accumulation des descendants de chaque Puceron en un point de la plante.

TABLEAU XXXVII.

Époques d'apparition des aptères et des ailés dans la descendance d'un virginipare aptère à différentes températures (élevages sur plantes)(1).

Dates du début de la ponte	Temp. moy.	Jours							
		2	4	6	8	10	12	14	16
14 juil....	22°	7A.-2L.	5A.-5L.		9 A.	4 A.	5 A.	4 A.	
26 juil....	20°	11A.	5A.-3L.		4 A.-5 L.				
8 oct. ..	15°	10A.-4L.	6A.						
6 nov. ..	15°	7A.	10A.	3 A.					
6 nov. ..	11°	1A.	1A.	2 A.	3 A.	3 A.-1 L.	3 A.	3 A.	3 A.
6 nov. ..	11°	5A.	5A.	5 A.	1 A.-1 L.	1 A.-1 L.		1 A.	3 L.
6 nov. ..	11°	6A.	8A.	6 A.	6 A.	5 A.	2 A.	3 A.	5 A.

Dates du début de la ponte	Temp moy.	Jours							
		20	24	28	32	36	40	42	
14 juil....	22°								
26 juil....	20°								
8 oct. ..	15°								
6 nov. ..	15°								
6 nov. ..	11°	6 A.	4A.-1L.	4 A.	9 A.	2 A.	7 A.		
6 nov. ..	11°	7 L.	3L.	4 A.	6 A.	2 A.-1 L.	5 A.		
6 nov. ..	11°	5 A.	10A.	3 A.	4 A.-8 L.	4 A.	4 A.-1 L.	7 L.	

L'examen de ces résultats, confirmés par d'autres expériences non mentionnées dans ce travail, permet de faire une remarque. Dans les élevages faits sur des plantes, les Pucerons se groupent sur les feuilles du cœur et la surpopulation peut alors ne manifester son action qu'après un certain temps ; cela permet d'expliquer les conclusions de quelques auteurs qui, bornant leurs essais à des élevages sur des plantes, ont pu noter que les ailés apparaissaient en fin de génération.

(1) Les diverses formes des Aphides sont désignées dans les tableaux par les abréviations ci-dessous : A : virginipares aptères, L : virginipares ailés, I : intermédiaires, SA : sexupares aptères, SL : sexupares ailés, M : mâles, F : femelles sexuées.

B. — Myzus persicæ.

Les *Myzus* produisent normalement un pourcentage d'ailés beaucoup plus élevé que ne le font les *Brevicoryne ;* cette tendance est plus ou moins renforcée par l'action d'agents divers qui seront examinés au cours des chapitres suivants.

Afin de déterminer les relations existant entre la production des formes ailées et l'âge des mères, nous avons choisi quelques exemples

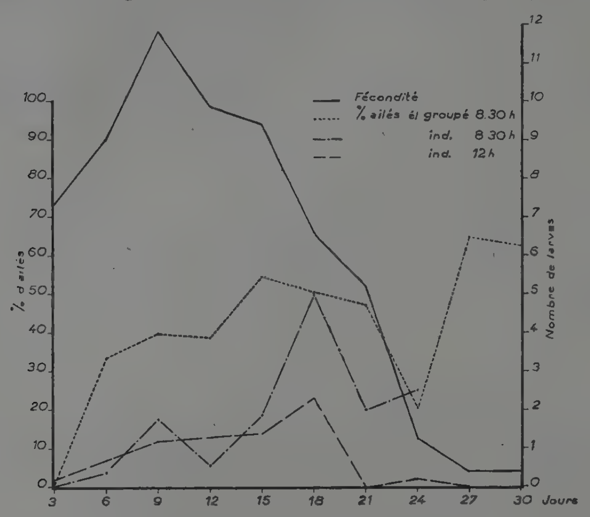


FIG. 58. — *M. persicæ.* Fluctuations du pourcentage des ailés produits par des virginipares aptères et nombre moyen de larves engendrées tous les 3 jours (température moyenne : 22°).

fournis par des élevages individuels et des élevages groupés (10 aptères répartis sur la feuille de Chou). Dans tous les cas, les larves étaient séparées de leurs mères tous les 3 à 4 jours et transférées sur d'autres feuilles de Chou.

Il a été reporté sur la figure 58 les pourcentages moyens d'ailés relevés dans des élevages groupés et individuels faits à partir du mois de mars avec une lumière naturelle réduite à une durée de 8 h 30 ou de 12 h. Le pourcentage d'ailés a été constamment élevé, mais il présente un premier maximum accusé entre le 15[e] et le 18[e] jours après la mue imaginale ; par la suite, la fécondité diminue considérablement et il apparaît des ailés de façon irrégulière.

C. — Conclusions.

Les virginipares ailés ne donnent normalement naissance qu'à des aptères ; les virginipares aptères engendrent fréquemment des ailés, mais à des périodes de leur existence qui diffèrent suivant les espèces.

Lorsque les virginipares aptères de *B. brassicæ* sont placés dans de bonnes conditions de milieu, les ailés sont produits en plus grand nombre au début de la période de reproduction qu'à la fin. A une température moyenne de 20°, le maximum se situe entre le 5e et le 7e jours après la mue imaginale ; on ne parvient pas à déplacer d'une façon marquée l'époque de ce maximum, en diminuant la valeur qualitative et quantitative de l'alimentation des mères ; il semble cependant qu'aux températures basses, les ailés apparaissent plutôt parmi les larves nées à la fin de la période de reproduction.

Les pourcentages maxima d'ailés s'observent au moment où la fécondité journalière est la plus élevée, ce qui a pour résultat d'amener une surpopulation locale ; nous verrons au chapitre IX qu'une forte densité de population entraîne l'apparition des ailés.

On obtient sans difficulté, aux températures de 15° à 28°, 100 p. cent d'aptères dans la descendance d'aptères, si l'on prend la précaution d'éviter toute influence de la surpopulation ; la production des ailés n'est donc pas un phénomène inéluctable, mais les aptères de *B. brassicæ* semblent manifester une tendance plus accusée à engendrer des ailés entre le 5e et le 7e jours qui suivent la mue imaginale qu'à toute autre période de leur existence.

Il en est autrement avec *Myzus persicæ;* pour cette espèce, la période favorable à la production des ailés se situe vers le milieu de la période de reproduction, c'est-à-dire, à une température moyenne de 20°, entre le 15e et le 18e jours après la mue imaginale ; il est également possible, moyennant certaines précautions, d'obtenir exclusivement des formes aptères.

V. — TEMPÉRATURE

L'étude de l'influence de la température sur l'apparition des formes ailées a donné lieu à de nombreux travaux dont les résultats sont souvent contradictoires.

La plupart des auteurs concluent de leurs recherches qu'il existe certaines températures ou gammes de températures favorables au développement des formes ailées, ces températures différant suivant les espèces utilisées.

L'apparition des ailés chez les Pucerons résulterait, d'après Loeb (1906), d'un abaissement de la température ; tant que celle-ci est élevée et l'humidité suffisante, les Aphides restent aptères ; dès qu'elle s'abaisse, il apparaît des ailés chez tous les Pucerons.

Mordwilko (1908) a formulé l'hypothèse qu'une élévation de température accélère les phénomènes physiologiques chez les Pucerons ; durant l'été, les tissus des plantes se lignifient et leur valeur alimentaire s'amoindrit ; il en résulte une diminution de la grosseur des femelles parthénogénétiques et une réduction de leur capacité reproductrice.

MORDWILKO n'attribue pas cependant à la température une action directe sur l'apparition des ailés.

EWING (1916) a élevé *Aphis avenæ* Fab. (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch) aux températures constantes de 15° 5, 18° 3, 21° 1, 26° 7; il a obtenu 100 p. cent d'ailés à 15° 5, 0 p. cent à 18° 3, 15,1 p. cent à 21° 1, 69,6 p. cent à 26° 7; il n'a pas été observé un seul ailé pendant 20 générations consécutives élevées à 18° 3. EWING pense que la température optimum (18° 3) pour la croissance des aptères est très voisine, sinon identique, à celle qui est favorable à la production exclusive de virginipares aptères et que le pourcentage d'ailés est d'autant plus important que la température à laquelle sont élevés les Pucerons diffère, dans un sens ou dans l'autre, de la température optimum.

CALL (1917-1918) a obtenu beaucoup de formes ailées d'*Aphis maidis* Fitch dans les élevages poursuivis à des températures constantes de 15° 5 à 21° 1 et de 28° 9 à 32° 2; un seul ailé a été trouvé parmi plusieurs centaines de Pucerons qui se sont développés à 22° 2.

Des expériences analogues ont été faites avec *Rhopalosiphum prunifoliæ* par WADLEY (1923) et le pourcentage d'ailés qu'il obtint, tant dans la descendance de Pucerons ailés que dans celle des Pucerons aptères, fut nettement inférieur aux chiffres donnés par EWING. WADLEY a constaté qu'il existe un certain parallélisme entre ses résultats et ceux d'EWING; selon lui, les gros pourcentages d'ailés obtenus par EWING tiennent à ce que ce dernier n'a pas veillé à éviter la surpopulation; cette observation a été réfutée par EWING (1925). Celui-ci, utilisant les chiffres obtenus par WADLEY et les siens, fait remarquer que l'action des températures favorables à la production des ailés est beaucoup plus marquée pour les Pucerons provenant de plusieurs générations d'aptères que pour ceux dont la mère ou la grand-mère était ailée.

D'autres expériences relatives à l'action de la température ont été faites par WADLEY (1931) avec *Toxoptera graminum* Rond. Il n'a pas été obtenu d'Aphides ailés à des températures constantes comprises entre 12° et 32°; par contre, 15 à 50 p. cent d'ailés sont apparus dans les lots élevés à des températures alternées de 12° à 22° et 0 p. cent pour des températures alternées de 7° et 22°.

ACKERMANN a élevé à différentes températures constantes des *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch aptères et a obtenu 48,7 p. cent d'ailés à 14°, 39,5 p. cent à 16°, 3,7 p. cent à 18°, 0,1 p. cent à 20°, 40 p. cent à 24° et 38,7 p. cent à 26°. Il est à noter que cet Aphide a été utilisé pour des expériences identiques par EWING et WADLEY; les chiffres obtenus par ces trois chercheurs sont très différents; cependant, dans tous les cas, le pourcentage minimum d'aptères est obtenu à une température voisine de 18°-20°.

Au cours de ses expériences réalisées avec *Aphis fabæ* Scop., DAVIDSON (1929) a remarqué qu'il apparaît principalement des aptères aux températures voisines de 19°; l'inverse a lieu pour les températures inférieures à 14°.

SHULL (1929) a noté des pourcentages d'ailés voisins de 100 p. cent avec *Macrosiphum solanifolii* Ashm élevé sur des Pommes de terre éclairées pendant 8 h par jour, avec une lampe électrique de 100 W et se développant dans des étuves réglées aux températures constantes de 14°, 16°, 18° et 20°; le nombre d'ailés est tombé à 86 p. cent à 28°, 49 p. cent à 24° et 0 p. cent à 26° et 28°.

L. M. SMITH (1937) a obtenu, avec *Hyalopterus pruni* Koch, une corrélation positive étroite entre la température et le pourcentage d'ailés; celui-ci est de 0 à 14°, 7,9 à 17°, 13,1 à 20°, 23,9 à 23°.

Pour un petit nombre de chercheurs, la température n'exerce aucune influence sur l'apparition des virginipares ailés.

WARREN (1902) a effectué des études biométriques sur *Hyalopterus trirhodus* Walker; bien qu'en fin d'expérience les conditions de milieu soient devenues défavorables (pluie, surpopulation et abaissement de température), WARREN n'a pas noté de production importante d'ailés.

CLARKE (1903) a élevé *Macrosiphum rosæ* L. à différentes températures constantes et n'a pas constaté de relation entre la température et la production de formes ailées. SHINJI (1918) partage cette opinion.

Le Puceron du Coton, *Aphis gossypii* Glover, a été élevé, à différentes températures sensiblement constantes s'échelonnant de 21° à 32°, par REINHARD (1927); il n'a été obtenu que des virginipares aptères, sauf dans deux cas où la production des ailés a été vraisemblablement due à la surpopulation.

Les températures comprises entre 14° et 32° n'exercent aucune influence sur la production des ailés chez *Toxoptera aurantii* Boyer (RIVNAY, 1937).

WILSON (1938), utilisant *Aphis chloris* Koch, conclut qu'aucune température n'est favorable à la production des ailés.

A. — Brevicoryne brassicæ.

1. Elevage à différentes températures constantes. — Nous avons élevé comparativement un grand nombre de Pucerons à différentes températures constantes et pendant plusieurs générations consécutives, afin de voir si certaines températures n'étaient pas favorables à l'apparition de virginipares ailés de *B. brassicæ*.

Une expérience a été commencée le 13 avril et une seconde le 10 août; les deux ont été faites avec des Pucerons aptères obtenus dans un élevage poursuivi au laboratoire à une température moyenne de 20° depuis 73 générations. Ces essais ont porté sur 3 à 5 générations consécutives élevées aux températures constantes de 8°, 12°, 16°, 18°, 20°, 24° et 28°; il a été obtenu 2 p. cent d'ailés au maximum.

Selon ACKERMANN (1926), le nombre d'ailés tend progressivement à diminuer parmi les générations successives du Puceron de l'Avoine (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch) prélevé dans un élevage fait au

laboratoire, puis transféré à la température constante de 24° 5. Cet auteur a fait des numérations tous les 7 jours ; il a compté 9,3 p. cent d'ailés à la première période, 48 p. cent à la seconde, 37,7 p. cent à la troisième, 9 p. cent à la quatrième, 20 p. cent à la cinquième, 3,3 p. cent à la sixième et près de 0 p. cent pour les suivantes.

Ces résultats appellent deux remarques : la première est que, d'une manière générale, les pourcentages élevés d'ailés coïncident avec un grand nombre de Pucerons, ce qui permet de penser que la surpopulation a exercé une certaine influence ; la seconde est qu'Ewing (1925), utilisant le même Puceron, déclare que la proportion d'ailés a tendance à augmenter au cours des générations successives d'aptères.

En ce qui concerne *B. brassicæ*, les expériences citées précédemment (chap. III) prouvent que plusieurs générations d'aptères peuvent se succéder à différentes températures constantes sans que l'on puisse observer une augmentation de la proportion d'ailés.

Cette espèce a été élevée à 24° pendant 15 générations, à partir d'aptères récoltés en plein air au début de mars, puis à la température du laboratoire (température moyenne : 17° à 26°) pendant 55 générations : il n'a jamais été obtenu plus de 4 p. cent d'ailés.

Des larves provenant d'un élevage poursuivi depuis plusieurs générations à la température du laboratoire, et âgées de 1 à 18 h, ont terminé leur développement dans des cages placées dans des étuves réglées à différentes températures constantes. Ces larves ont été tuées dès qu'elles ont atteint le stade adulte. Chaque lot comprenait 200 larves.

Tableau XXXVIII.

Influence de diverses températures constantes appliquées à des larves au premier stade sur la production de formes ailées.

Formes	Températures constantes de					
	8°	12°	16°	20°	24°	28°
Aptères	3	19	160	98	71	10
Ailés	0	0	4	0	0	0
Intermédiaires			1		1	

Nous pouvons donc conclure de ce qui précède qu'aucune température constante ne favorise la production des ailés chez *B. brassicæ*.

2. Influence des températures alternées. — Il a été élevé comparativement, aux températures constantes de 20°, 24° et 28° et aux températures alternées de 28° et 8° et 28° et 20° (16 h à la température la plus élevée et 8 h à la température la plus basse), des larves au premier stade produites le même jour par une souche d'aptères élevés au laboratoire depuis plusieurs générations. Tous les Pucerons obtenus étaient aptères. Il a été alors constitué, pour chaque catégorie d'essais, trois cages renfermant chacune 5 Pucerons ; ceux-ci, ainsi que leurs descendants, ont été élevés sous les mêmes conditions de température

que les Aphides de la première génération ; tous les Pucerons étaient aptères, sauf dans le lot à 28° où il a été noté 2,8 p. cent d'ailés.

Les températures alternées, tout comme les températures constantes, ne provoquent donc pas l'apparition de formes ailées.

3. Influence des changements de températures. — SHULL (1935) a élevé comparativement des Pucerons *(Macrosiphum solanifolii)* aptères et ailés sur des Pommes de terre en pots soumises à différentes conditions de température et de lumière. Des Pucerons aptères ou ailés, provenant d'élevages faits aux températures constantes de 24° et 14° et aux températures alternées de 24° et 14°, ont été élevés à 24° et 14°, avec une lumière permanente ou 8 h de lumière et 16 h d'obscurité. Il a été ainsi réalisé 16 combinaisons. SHULL a obtenu de 14 à 55 p. cent d'ailés et constaté que, d'une manière générale, les Pucerons dont les grands-parents et les parents étaient élevés aux températures constantes de 24° et de 14° produisaient le plus grand nombre d'ailés ; les différences entre les divers lots étaient assez peu significatives.

Des virginipares aptères de *B. brassicæ* ont été élevés, dès la mue imaginale, à des températures différentes de celle à laquelle ils avaient effectué tout leur développement larvaire ; quatre lots comprenant chacun 10 virginipares aptères ont été constitués comme suit :

1° Aptères dont le développement larvaire s'est fait à 8°, élevés ainsi que leurs descendants à 24° ;

2° Aptères transférés de 18° à 24° ;

3° Aptères transférés de 24° à 18° ;

4° Aptères transférés de 12° à 18°.

Les quatre lots ont été élevés sur des feuilles coupées, dans des étuves recevant un éclairage naturel faible, mais d'égale intensité.

TABLEAU XXXIX.
Influence du changement de températures sur la production des ailés.

Dates des observations	Larves élevées à 24° — mères élevées à 8°	Larves élevées à 24° — mères élevées à 18°	Larves élevées à 18° — mères élevées à 24°	Larves élevées à 18° — mères élevées à 12°
19 décembre	3 A.	40 A.		
21 —	5 A.	87 A.		
23 —	3 A.	78 A. - 6 L.		2 A.
25 —		33 A.	24 A.	25 A.
28 —		13 A. - 2 L.	20 A.	44 A. - A.
31 —		23 A. - 1 L.	28 A.	37 A.
	11 A.	274 A. - 9 L.	72 A.	108 A.

La production des quelques ailés qui ont été trouvés dans le lot à 18° est, sans aucun doute, attribuable à la surpopulation. Cette expérience montre que les changements de températures ne favorisent en aucune manière la production des formes ailées.

Ackermann (1926) a transféré des Pucerons *(Rhopalosiphum prunifoliæ)* élevés à 24°, dans une étuve à 34°-36° pendant 1 h, puis les a remis dans l'étuve à 24° ; à la suite de cette opération, la proportion des ailés a quintuplé et le nombre des globules bruns contenus dans le sang a diminué. Le stade auquel le Puceron a été mis à 34°-36° n'est pas précisé, mais il s'agit vraisemblablement de l'adulte.

Nous avons opéré d'une manière similaire sur les larves au premier stade et sur des adultes aptères. Les larves et les adultes utilisés provenaient d'élevages faits au laboratoire à une température moyenne de 20°. Des larves âgées de moins de 24 h ont séjourné dans une étuve à 35° pendant 1, 3, 4, 5 et 6 h ; elles ont été ensuite élevées à une température moyenne de 22°.

Tableau XL.

Influence d'une température de 35° appliquée pendant 1 à 6 heures à des larves au 1er stade.

	Témoin	Durée du séjour à 35°				
		1 h	3 h	4 h	5 h	6 h
1re *génération :*						
Nombre de larves utilisées....	150	233	95	95	95	95
Aptères	80	144	83	85	74	23
Ailés	0	0	0	0	0	0
2e *génération :*						
Aptères	59	42	43	115	25	50
Ailés	0	0	5	0	0	0

La même expérience a été faite sur des adultes aptères ; trois lots de 50 aptères, adultes depuis moins de 24 h, ont été placés à 35° pendant 1, 3 et 6 h ; 48 h après l'expérience, il y avait 86 p. cent de survivants dans le lot ayant séjourné 1 h à l'étuve, 72 p. cent dans celui laissé pendant 3 h et 70 p. cent dans le troisième lot ; 15 aptères de chaque lot ont été élevés sur des feuilles coupées de Chou ; une seconde génération a été constituée avec 15 aptères ; il a été obtenu exclusivement des aptères, à la première comme à la seconde génération.

Une température de 35° appliquée pendant 1 à 6 h à des larves au premier stade ou à des adultes n'amène donc pas l'apparition d'ailés et n'entraîne pas chez les derniers une diminution de la fécondité.

B. — Myzus persicæ.

Nous avons opéré avec *M. persicæ* dans les mêmes conditions que précédemment, afin de voir si les conclusions des essais faits avec *B. brassicæ* étaient spéciales à cette espèce ou pouvaient être généralisées.

Des larves au premier stade provenant d'un élevage fait à la température du laboratoire ont été mises dans des étuves réglées à différentes températures constantes.

TABLEAU XLI.

Influence de diverses températures constantes sur la production des formes ailées.

Formes	Températures constantes de					
	8°	12°	16°	20°	24°	28°
Aptères	51	15	70	66	69	53
Ailés	1	0	1	1	2	0

Des larves âgées de 1 à 24 h placées pendant 1 à 3 h dans des étuves à 35° sont toutes devenues des aptères. Cette expérience a été recommencée avec des virginipares aptères qui ont été laissés pendant 1, 3 et 6 h à la température de 35° ; la mortalité a été inférieure à 7 p. cent et les Pucerons de tous les lots n'ont engendré que des aptères.

Des virginipares aptères provenant d'élevages conduits au laboratoire depuis plusieurs générations ont été placés dans des étuves à température constante réglées à 24° et 18° ; dès la mue imaginale, leurs descendants ont été répartis en quatre lots de 30 aptères chacun, placés dans les mêmes étuves de 18° et 24°. Une partie des Pucerons obtenus dans ces lots a été transportée dans ces étuves dès la mue imaginale, de manière à réaliser les quatre combinaisons possibles. L'expérience a été commencée au début de juillet et s'est terminée à la fin du mois d'août.

TABLEAU XLII.

Influence des changements de température sur la production des ailés.

Expériences	Larves élevées à 18°		Larves élevées à 24°	
	Mères élevées à		Mères élevées à	
	18°	24°	24°	18°
N° 1	278 A. - 5 L.	307 A. - 3 L.	219 A.	129 A.
N° 2	140 A.	366 A.	459 A. - 2 L.	224 A. - 1 L.

Les ailés sont apparus dans une proportion infime : les changements de températures n'entraînent pas la production des formes ailées.

C. — Conclusions.

Les deux Aphides *B. brassicæ* et *M. persicæ* ont été l'objet d'expériences relatives à l'action des conditions de températures les plus diverses : températures constantes de 8° à 28°, températures alternées de 28°-8° et 28°-20°, élevage d'adultes à des températures différentes de celles auxquelles s'était effectué le développement larvaire, séjour des larves ou des adultes pendant 1 à 6 h à une température de 35° ; il n'a pas été obtenu un seul ailé dans la plupart des cas.

L'examen des travaux publiés par les différents auteurs et qui

concluent à un rôle actif de la température sur l'apparition des ailés semble montrer que les résultats ont été faussés par une surpopulation locale, difficile à éviter avec des individus se développant sur une plante en pot.

Il n'a pas été constaté que l'élevage de plusieurs générations consécutives d'aptères à diverses températures constantes aboutissait à une augmentation progressive du pourcentage d'ailés, ainsi que l'a signalé Ewing, ou à une réduction de celui-ci comme l'a déclaré Ackermann (1926) ; on obtient presque exclusivement des formes aptères, tant que la surpopulation est évitée.

VI. — LUMIÈRE

Marcovitch (1923-1924) a signalé le rôle joué par la lumière sur le polymorphisme des Aphides ; il a démontré que l'apparition des sexués est en liaison avec la diminution de la durée du jour à l'automne.

Davidson (1925) a remarqué que les colonies d'*Aphis fabæ* Scop. élevé en serre pendant l'hiver à une température modérée ont une forte tendance à produire des ailés.

Shull (1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1935) a publié un grand nombre de travaux mettant en évidence le rôle joué par la lumière sur l'apparition des ailés chez *Macrosiphum solanifolii* Ashm. (*M. euphorbiæ* Thomas). Il a employé uniquement l'éclairage artificiel fourni par des lampes électriques ordinaires de différentes puissances. Les Aphides étaient élevés sur des Pommes de terre en pots placés dans des caisses dont cinq parois étaient constituées par des planches ; la sixième était une cellule dans laquelle circulait un courant d'eau destiné à éviter l'échauffement qu'auraient pu provoquer les lampes. Les conclusions que l'on peut tirer de ses expériences sont les suivantes :

1° L'intensité de la lumière a peu d'action ; les résultats obtenus (voisins de 100 p. cent d'ailés) sont sensiblement les mêmes avec différents éclairements variant de 37 à 10 000 bougies et agissant pendant 5 à 20 h par jour. Avec une intensité de 5 bougies, le pourcentage maximum d'ailés (voisin de 80 p. cent) se produit lorsque la durée de l'éclairement est de 8 h par jour (Shull, 1929).

2° Un très gros pourcentage d'ailés est obtenu avec des durées d'éclairage comprises entre 2 et 12 h par jour. Entre 0 et 2 h par jour, le pourcentage d'ailés est proportionnel à la durée de l'éclairage. A toutes les intensités lumineuses, le pourcentage d'ailés qui était voisin de 100 p. cent pour une durée d'éclairage de 12 h par jour, tombe brusquement à près de 0 p. cent quand on éclaire les Pucerons pendant 14 h par jour ou davantage.

C'est la durée de la période d'obscurité plutôt que celle de la

période de lumière qui semble agir dans le déterminisme de l'apparition des ailés. Le pourcentage d'ailés est important dès que la durée quotidienne de l'obscurité est supérieure à 10 h (Shull, 1929).

3° Les températures élevées (26°-28°) peuvent inhiber complètement l'action de l'alternance de la lumière et de l'obscurité.

4° A une température moyenne, les premières larves ailées naissent 46 à 48 h après l'application de l'alternance de lumière à leur mère ; ce temps est de 68 h lorsque les expériences ont lieu en été, et seulement de 16 h lorsque l'on combine l'action de la lumière et de la famine.

Wadley (1931) a élevé *Toxoptera graminum* Rond. dans une serre où la température était maintenue sensiblement constante (24° en moyenne en juin et juillet, 20° 5 en décembre et janvier) ; il a constaté qu'il existait une corrélation très nette entre la diminution de la longueur du jour et l'apparition des formes ailées : le pourcentage des Pucerons ailés était inférieur à 6 p. cent pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet et août ; il était très élevé en mars (32 p. cent) et septembre (22,9 p. cent), faible en décembre (2,3 p. cent) et janvier (8,8 p. cent). Les forts pourcentages d'ailés correspondaient à une durée journalière d'éclairage de 11 à 12 h ; ils diminuaient beaucoup pour un éclairage journalier inférieur ou supérieur à ces chiffres.

Evans (1938) a élevé des virginipares aptères de *B. brassicæ* sur trois lots de Choux, tous recouverts d'une cage de cellophane ; il était disposé une mousseline noire sur les cages du second lot et deux mousselines sur les cages du troisième lot. L'éclairage tamisé a provoqué une augmentation de la teneur en eau et une diminution des glucides dans les tissus de la plante ; il a entraîné une légère diminution du pourcentage d'ailés. Evans a constaté qu'il y avait une étroite corrélation entre le pourcentage d'ailés et la teneur de l'aliment en azote total et en protéines.

Thomas et Vevai (1940) ont procédé pendant cinq années consécutives à des captures de Pucerons dans des cultures à l'aide de pièges disposés en divers endroits du champ ; ils ont constaté que les prises ont été plus abondantes pendant les années 1935, 1936 et 1939 que pendant les années 1937 et 1938 ; ils en ont conclu que l'importance des captures était en corrélation positive avec la durée de l'ensoleillement pendant le mois de mai (ce qui amène des fluctuations élevées de la température), ainsi qu'avec une basse humidité relative.

A. — Brevicoryne brassicæ.

Le Puceron cendré du Chou se tient normalement à la face inférieure des feuilles, c'est-à-dire en des régions où l'intensité de l'éclairement est réduite ; il arrive cependant que de petites colonies se constituent à la face supérieure du feuillage. Cette localisation peut

être attribuable à un phototropisme négatif ou encore à ce que les tissus lacuneux lui conviennent mieux que les tissus palissadiques.

En plaçant des Pucerons sur la face inférieure de la feuille orientée vers la lumière ou dans la direction opposée, nous avons constaté que les Pucerons préfèrent les tissus lacuneux, même lorsque la face inférieure de la feuille est orientée vers la lumière ; lorsque les Pucerons sont déposés sur la face supérieure de la feuille, la majeure partie d'entre eux reste sur celle-ci lorsqu'elle est orientée du côté opposé à la lumière, mais environ 50 p. cent des Pucerons se portent sur les tissus lacuneux lorsque la face supérieure est disposée face à la lumière.

1. Influence de la lumière sur la croissance, la fécondité et la longévité. — Avant d'étudier l'influence de la lumière sur l'apparition des ailés, il était utile de rechercher si celle-ci ne modifiait pas, d'une manière sensible, la croissance, la fécondité et la longévité des Pucerons.

Les Pucerons ont été placés sous quatre conditions d'éclairement : lumière permanente (lumière naturelle complétée par une lampe à fluorescence de 1 150 lumens placée à 30 cm au-dessus des cages), lumière naturelle (durée moyenne : 13 h), lumière naturelle réduite à 7 h par jour (de 9 à 16 h) et enfin obscurité permanente. Les larves utilisées étaient toutes nées le même jour et âgées de moins de 12 h. L'expérience a été commencée le 2 septembre ; il a été obtenu des virginipares aptères et des mâles dont la durée moyenne de la croissance larvaire est indiquée ci-dessous :

Tableau XLIII.

Durée moyenne du développement de virginipares aptères et de mâles sous différentes conditions d'éclairement.

Conditions d'éclairement	Forme	Durée moyenne de développement
Lumière permanente	Aptères	9,2 ± 1,9
(naturelle et artificielle)................	Mâles.	9,4 ± 0,9
Lumière naturelle (13 h)	Aptères	8,9 ± 1,1
	Mâles.	9,2 ± 1,0
7 h lumière naturelle	Aptères	10,3 ± 1,7
	Mâles.	10,8 ± 1,2
Obscurité continue	Aptères	11,0 ± 1,4
	Mâles.	11,4 ± 2,1

La croissance larvaire a donc été un peu plus rapide à la lumière naturelle d'une durée de 13 h qu'à la lumière limitée à 7 h et surtout qu'à l'obscurité permanente ; la lumière permanente l'a légèrement ralentie, mais les différences ne sont pas significatives.

L'influence de la lumière sur la fécondité et la longévité des virginipares aptères a été déterminée par l'élevage de larves âgées de moins de 12 h sur des feuilles coupées de Chou placées dans des cages en rhodoïd transparent ou dans des cages en rhodoïd noir. Toutes les cages étaient disposées près de la fenêtre du laboratoire ; l'expé-

rience, commencée le 26 juin, s'est terminée le 24 juillet ; la température a varié de 15° à 26° (moyenne : 19°). Ainsi que le montre le graphique n° 59, la mortalité a été beaucoup plus élevée dans les cages noires et la fécondité sensiblement plus faible. Les feuilles étant changées tous les 3 jours, il semble difficile d'attribuer ces résultats à une réduction de l'activité photosynthétique ; il est plus vraisemblable qu'elles sont dues à une action directe de la lumière sur les Aphides.

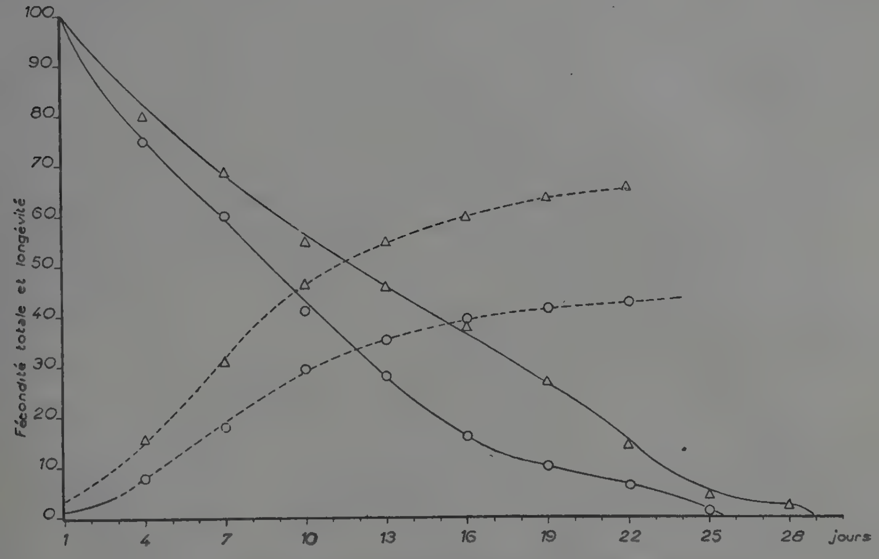


Fig. 59. — *B. brassicæ.* Fécondité et longévité de virginipares aptères élevés dans des cages transparentes et des cages à paroi noire.

2. Influence des conditions d'éclairage auxquelles ont été soumises les mères sur la croissance de leurs descendants. — Shull (1930), opérant avec *Macrosiphum solanifolii.* Ashm., a remarqué que la durée du développement des larves diffère d'une manière importante suivant les conditions d'éclairage auxquelles ont été soumises les mères. Cet auteur a utilisé six groupes de nymphes au quatrième stade, toutes élevées dans les mêmes conditions, et qui ont été réparties sur des Pommes de terre en pot placées à des températures constantes de 16°, 22° et 27°, à une lumière artificielle permanente et à une lumière alternée (8 h de lumière et 16 h d'obscurité). Chaque jour, les parents étaient transportés sur de nouvelles plantes et leurs larves sur des Pommes de terre croissant dans le laboratoire. La descendance comprenait des individus parthénogénétiques et sexués.

Shull a noté qu'à une température constante de 22°, les descen-

dants de Pucerons soumis à 8 h de lumière artificielle par jour se sont développés en 8,4 ± 0,7 jours, alors que les larves produites par des ailés élevés sous une lumière artificielle continue ont exigé 12,0 ± 0,91 jours, bien que placées sous les mêmes conditions de milieu ; ces chiffres sont des moyennes portant sur 5 et 9 Pucerons seulement. Au contraire, à la température de 28°, les larves provenant de Pucerons soumis à 8 h de lumière électrique se sont développées un peu plus lentement que celles issues de Pucerons éclairés continuellement. Des constatations analogues ont été faites pour la durée de développement des larves évoluant en sexués. SHULL a déduit de ces faits que le développement postembryonnaire est plus rapide quand la lumière et la température agissent dans le même sens et est, au contraire, retardé quand ils sont opposés l'un à l'autre.

Nous avons élevé en parallèle, sous différentes conditions de lumière, des larves nées le même jour et provenant de Pucerons dont le développement embryonnaire s'était effectué sous diverses conditions d'éclairement. Une expérience a débuté le 3 octobre et une seconde le 23 octobre ; dans un troisième essai, commencé le 7 novembre, les larves ont été élevées dans les mêmes conditions que leurs parents. Tous les élevages ont été faits au laboratoire, à une température oscillant entre 18° et 20°.

TABLEAU XLIV.

Durée moyenne du développement de Pucerons parthénogénétiques aptères sous différentes conditions d'éclairage.

Dates du début de l'essai	Conditions d'éclairage		Durée moyenne de développement
	des mères	des descendants	
3/10	Lumière naturelle (12 h 30)	Lumière naturelle (11 h).	14,6 ± 2,0
	Lumière naturelle (12 h 30)	7 h lumière naturelle.	16,1 ± 1,0
	Lumière naturelle (12 h 30)	Obscurité permanente.	16,1 ± 1,0
	7 h lumière naturelle.	Lumière naturelle.	15,8 ± 1,2
	Obscurité continue.	Lumière naturelle.	15,8 ± 1,1
23/10	Lumière naturelle (11 h)	Lumière naturelle (10 h).	14,1 ± 2,0
	Lumière naturelle (11 h).	7 h lumière naturelle.	14,4 ± 1,5
	7 h lumière naturelle.	Lumière naturelle.	14,6 ± 1,5
	7 h lumière naturelle.	7 h lumière naturelle.	14,6 ± 0,5
	Lum. permanente artific.	Lumière naturelle.	14,2 ± 1,8
	7 h lumière artificielle.	Lumière naturelle.	15,0 ± 1,5
7/11	Lumière naturelle (10 h).	Lumière naturelle (9 h).	14,3 ± 2,0
	7 h lumière naturelle.	7 h lumière naturelle.	14,4 ± 1,6

Les conditions d'alimentation ont été les mêmes pour tous les lots, puisque les feuilles étaient changées tous les 3 jours. Dans la première série d'essais, nous voyons que la durée moyenne du développement des larves provenant de Pucerons élevés à la lumière naturelle et élevées elles-mêmes sous des conditions de lumière normales a été un peu plus faible que celle constatée dans les autres lots.

Les résultats obtenus dans la seconde série sont analogues aux précédents, mais les écarts sont beaucoup moins marqués. Enfin,

dans la troisième série d'essais faite à titre de témoin, nous constatons que le développement embryonnaire est de durée pratiquement identique pour les deux lots. Le fait que les écarts étaient plus marqués dans la première série pouvait être attribué à ce que l'éclairage naturel était plus long dans la première série que dans la seconde. Afin de vérifier cette hypothèse, l'essai a été recommencé en juin, c'est-à-dire au moment où la durée du jour est maximum. Il se pouvait, en effet, que la lumière exerçât une action accélératrice directe sur les géniteurs au-dessus d'une certaine durée d'éclairement.

L'expérience a été commencée le 15 juin 1948, avec des larves âgées de 0 à 16 h produites par des aptères élevés depuis plusieurs générations à la lumière naturelle. Ces larves ont été réparties en quatre lots de 550 larves chacun qui ont été élevés dans les conditions suivantes : lumière permanente (naturelle et artificielle), lumière naturelle, 8 h de lumière naturelle et obscurité permanente. Les larves produites par ces aptères dans chaque lot ont été élevées de la même manière sous trois conditions d'éclairage : lumière permanente, lumière naturelle et 8 h de lumière naturelle.

TABLEAU XLV.

Durée moyenne de développement de virginipares aptères sous différentes conditions d'éclairage.

1re génération			2e génération		
Conditions d'élevage	p. cent mortalité	Durée moyenne de développement	Conditions d'élevage	p. cent mortalité	Durée moyenne de développement
Lumière permanente	75,4	10,9	Lumière permanente	50	12,7 ± 1,2
			Lumière naturelle (15 h 30)	38	12,6 ± 1,4
			8 h de lumière naturelle	61	12,7 ± 1,3
Lumière naturelle (16 h)	64,4	11,4	Lumière permanente	52	12,2 ± 1,5
			Lumière naturelle	58	12,0 ± 1,6
			8 h de lumière naturelle	75	13,0 ± 1,2
8 h lumière naturelle	68	11,9	Lumière permanente	49	12,1 ± 1,0
			Lumière naturelle	40	12,0 ± 1,2
			8 h de lumière naturelle	68	13,0 ± 1,3
Obscurité permanente	84	13,2	Lumière permanente	68	12,2 ± 1,8
			Lumière naturelle	53	12,3 ± 1,7
			8 h de lumière naturelle	77	12,8 ± 1,7

La conclusion qui peut être tirée de ces diverses expériences est que la durée de l'éclairage à laquelle ont été soumises les mères ne modifie pas la durée de développement de leurs descendants.

3. Action de la durée de l'éclairage sur la production des ailés. — Shull a étudié l'action de la lumière sur l'apparition des ailés chez les Aphides en opérant sur des plantes soumises à un éclairage entièrement artificiel constitué par des lampes électriques ordinaires allumées pendant des durées diverses. Le grave reproche

que l'on peut faire à cette méthode est qu'elle ne traduit pas l'influence de la lumière sur l'Aphide, mais bien l'influence de l'éclairage sur le complexe Plante et Puceron. Les nombreuses expériences relatives à l'action du photopériodisme sur les plantes, et en particulier le travail de GARNER et ALLARD (1920), ont montré toute l'importance du rôle joué par la lumière sur le développement des plantes.

Pour étudier l'action directe de la lumière sur les Aphides, il était nécessaire de nourrir les Pucerons avec des feuilles provenant de plantes non soumises à des conditions particulières d'éclairage ; ceci a pu être réalisé en élevant les insectes, sous diverses conditions d'éclairage naturel ou artificiel, sur des feuilles coupées de Chou provenant de plantes cultivées en plein air.

Expérience n° 1. — Elle a été commencée le 19 juin avec des larves âgées de moins de 24 h et comprenait quatre lots : lumière permanente (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle), lumière naturelle (durée moyenne : 16 h), lumière naturelle réduite à 7 h 30 par jour (de 9 h à 16 h 30) et obscurité permanente ; pour les quatre lots, il ne fut obtenu que des aptères à la première comme à la seconde génération.

Cette expérience fut recommencée dans les mêmes conditions le 8 février 1949, avec des Pucerons de la lignée 1947 et poursuivie pendant cinq générations à une température moyenne de 20° ; elle se termina le 5 juin : pas un seul ailé n'apparut.

Expérience n° 2. — Elle fut réalisée le 16 mars 1949 avec des Pucerons de la lignée 1948 ; l'essai comprenait cinq lots : un recevant la lumière naturelle et trois la lumière naturelle limitée à 12 h par jour, 10 h et 8 h ; le cinquième était placé à l'obscurité permanente.

TABLEAU XLVI.

Influence de la lumière naturelle d'une durée de 12, 10 et 8 heures par jour et de l'obscurité continue sur la production des virginipares ailés.

Générations et dates des premières et dernières mues imaginales	Lumière naturelle d'une durée de				Obscurité permanente
	12 à 16 h	12 h	10 h	8 h	
1re : 28/3-23/4 ..	321A.-2L.2M.-	321A.-2L.-2M.	532A.-1L.-4M.	464A.-1L.-1F	85 A.
2e : 16/4- 5/5 ..	165A. 28M.	104A.-1L.-2M.	283A.	333A.-2M.-2F.	53 A.
3e : 9/5-25/5 ..	156A. 6M.	322A.-2L.-3M.	125A.. 2M.	141A.-1M.	72 A.
4e : 25/5- 8/6 ..	210A. 8M.	243A.-7L.	195A.-2L.	55A.	25 A.

Il n'a été noté dans tous les lots qu'un très petit nombre d'ailés ; quelques-uns d'entre eux, élevés à part, n'ont donné naissance qu'à des aptères.

Expérience n° 3. — Des expériences analogues ont été faites à différentes époques de l'année, en utilisant uniquement la lumière artificielle ; il a été disposé dans une chambre noire deux cloisons

étanches allant de la table jusqu'au plafond et qui divisaient le local en trois compartiments ; un de ceux-ci était maintenu à l'obscurité permanente, l'autre était éclairé pendant 7 h 30 par jour et le dernier continuellement par une lampe électrique ordinaire de 100 watts disposée à 75 cm au-dessus des plantes. L'allumage et l'extinction étaient obtenus à l'aide d'un interrupteur automatique ; la lumière était répartie d'une manière très régulière par un grand réflecteur ; l'éclairement reçu par les Pucerons était de 350 lux.

Un premier essai fut commencé le 25 janvier et un second le 23 mars ; il ne fut obtenu que des aptères. Un troisième comportant six élevages individuels pour chaque lot fut commencé le 11 septembre et continué pendant cinq générations consécutives ; l'expérience prit fin le 6 janvier ; il ne fut noté que des aptères.

La comparaison des nombre des Pucerons parvenant à l'état adulte obtenu dans les trois lots montre que les Pucerons sont d'autant plus nombreux qu'ils ont reçu un éclairage de plus longue durée ; le nombre moyen de descendants devenus adultes est, en effet, par femelle de 14,2 pour le lot soumis à un éclairage permanent, de 7,8 pour le lot recevant un éclairage quotidien de 7 h 30 et seulement de 4,8 à l'obscurité continue. Il est à noter que les feuilles étaient changées régulièrement pour les trois lots dès qu'elles présentaient un début de jaunissement ; celui-ci se produisait très rapidement pour les feuilles placées à l'obscurité continue, plus lentement pour le lot recevant un éclairage de 7 h 30 et surtout pour les feuilles mises à la lumière permanente.

Toutes ces expériences, réalisées à diverses époques de l'année, permettent de conclure que la lumière n'exerce aucune influence directe sur la production des formes ailées ; certaines d'entre elles ayant été effectuées à l'automne et pendant l'hiver avec des feuilles récoltées en plein air, permettent également de dire que la lumière n'intervient pas non plus d'une manière indirecte par son action sur la photosynthèse.

4. Action d'un éclairage réduit sur les aphides et leurs plantes-hôtes. — Toutes les expériences précédentes ont été faites avec des feuilles coupées récoltées sur des Choux végétant en plein air, afin d'étudier l'action directe de la lumière sur les Aphides. L'essai suivant a été conçu afin d'étudier l'action que pourrait exercer une lumière d'une durée moyenne de 8 h 30 et d'intensité réduite appliquée aux Pucerons et à la plante-hôte. Commencé le 13 novembre et terminé le 27 décembre, il comprenait 15 pots renfermant chacun un jeune Chou recouvert d'une cage cylindrique ; 2 virginipares aptères, ayant mué pour la troisième fois la veille, furent placés sur chaque Chou ; trois lots A, B et C, comprenant chacun 5 Choux, furent placés respectivement à 0,25 m, 0,50 m et 1,50 m de la fenêtre. A midi, l'intensité lumineuse reçue par chaque lot était en moyenne de 3 500 lux pour le lot A, de 2 500 lux pour le lot B, de 1 800 lux pour le lot C. L'essai

comprenait en outre, pour chaque lot, trois cages renfermant une feuille coupée et 3 virginipares aptères, que nous désignerons par les lettres A_1, B_1 et C_1.

La température moyenne de la salle pendant toute la durée de l'expérience a été de 17°-18°, avec des fluctuations de $\pm$ 2° et l'humidité relative de l'air a varié de 30 à 50 p. cent.

TABLEAU XLVII.

Influence de l'intensité de l'éclairage sur des Pucerons élevés sur des choux en pots et des feuilles coupées.

Désignation des lots	Nombre de parents au début de l'expérience	Nombre de descendants adultes à la date du						Total		Pourcentage ailés
		3/12		22/12		27/12				
		A	L	A	L	A	L	A	L	
A...........	10	65	4	233	10	155	1	453	15	3,2
A_1	9	37	1	285	28	88	3	410	32	7,2
B	10	47	0	129	9	111	3	287	12	4,0
B_1..........	9	32	0	199	0	57	0	288	0	0,0
C	10	81	2	54	9	0	0	135	11	7,5
C_1..........	9	52	0	183	18	49	2	284	20	6,5

Il est à remarquer que, pour tous les lots, les ailés ne sont apparus que sur les parties des feuilles portant un grand nombre de Pucerons; quelles que soient les conditions d'éclairage, il n'a été trouvé que des aptères sur les feuilles où la densité de Pucerons était faible.

Il n'a pas été constaté d'étiolement marqué dans le lot A jusqu'à la fin de l'expérience; un jaunissement léger a été noté pour le lot B à partir du 20 décembre; les plantes du lot C se sont fortement étiolées à partir du 15 décembre et il n'y avait plus de Pucerons sur les cinq plantes à partir du 26 décembre.

Le pourcentage d'ailés a été très faible pour tous les lots et il n'existe aucune relation avec l'intensité de l'éclairag ; une diminution de celle-ci peut entraîner cependant, mais indirectement, la production d'un grand nombre d'ailés; l'étiolement des plantes qui en résulte amène les Pucerons à se grouper sur les portions les plus vertes des végétaux; il en résulte une surpopulation locale qui se traduit à brève échéance par le développement de nombreux ailés; c'est ainsi que dans un essai commencé le 17 octobre, et portant sur 16 Choux en pot dont 8 placés près de la fenêtre et 8 à 60 cm, il a été obtenu 7,1 p. cent d'ailés dans le premier cas et 26 p. cent dans le second.

B. — Myzus persicæ.

Une partie seulement des recherches effectuées avec *B. brassicæ* ont été réalisées avec *M. persicæ*.

1. Influence de la lumière sur la croissance. — L'expérience a été commencée le 19 juin, avec des Pucerons provenant d'un lot

élevé depuis plusieurs générations à la lumière naturelle et à la température du laboratoire.

TABLEAU XLVIII.

Durée moyenne du développement de virginipares aptères et ailés sous différentes conditions d'éclairage.

Conditions d'éclairement	Formes	Durée moyenne de développement
Lumière permanente (naturelle et artificielle)..	Aptères. Ailés.	6,9 ± 1,9 7,1 ± 1,1
Lumière naturelle (16 h)	Aptères. Ailés.	6,4 ± 0,6 6,8 ± 0,8
7 h lumière naturelle	Aptères. Ailés.	6,6 ± 0,6 6,8 ± 0,9

Un quatrième lot comprenait 200 larves qui furent élevées à l'obscurité permanente ; aucune d'entre elles ne parvint au stade adulte.

Les résultats sont du même ordre que ceux que nous avons signalés pour *B. brassicæ*. En période estivale, le développement le plus rapide a lieu à la lumière naturelle ; il est légèrement plus lent avec une lumière de 7 h ou à la lumière permanente.

2° Action de la durée de l'éclairage sur la production des ailés. — Parallèlement aux expériences qui ont été énumérées précédemment avec *B. brassicæ*, divers essais ont été réalisés suivant les mêmes modalités en 1949 avec des Pucerons de la lignée 1948.

Expérience n° 1. — Des Pucerons aptères ont été élevés sur des feuilles de Chou à la lumière naturelle et à la température du laboratoire ainsi qu'à la lumière permanente pendant l'hiver 1948-1949 ; les ailés sont apparus en petit nombre à toutes les générations.

TABLEAU XLIX.

Influence de la durée de l'éclairage sur la production des virginipares ailés.

Générations et dates des premières et dernières mues imaginales	Lumière naturelle		Lumière permanente	Générations et dates des premières et dernières mues imaginales	Lumière naturelle		Lumière permanente
	Durée	Composition	Composition		Durée	Composition	Composition
1re : 4/11-2/12 .	9 h 0		102A. 1L. 40SL.	7e : 5/2-28/2	10 h	481A. 7L.	876A.73L.
2e : 16/11-4/12..	8 h 30	407A. (1).	207A. 7L.	8e : 21/2-16/3	11 h	582A.	470A.32L.
3e : 4/12-22/1..	8 h 15	199A. 8L.	88A. 2L.	9e : 8/3- 8/4	12 h	283A.	631A.21L.
4e : 17/12-10/1..	8 h 15	211A. 3L.	199A. 8L.	10e : 18/3-15/4	12h30	870A.	649A.31L.
5e : 7/1-22/1...	8 h 30	139A.	139A. 7L.	11e : 5/4-30/4	13h45	788A. 8L.	945A.20L.
6e : 24/1-5/2....	9 h 15	353A.12L.	341A.26L.				

Des Pucerons aptères provenant de la 5e génération du lot recevant la lumière naturelle ont été élevés à une lumière d'une durée

(1) Géniteurs provenant de la première génération à la lumière permanente.

de 13 h (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle). Il a été obtenu : à la 6e génération (1re génération dans ces nouvelles conditions), 250 aptères et un ailé, à la 7e, 552 aptères et 18 ailés ; à la 8e, 660 aptères et 12 ailés ; à la 9e, 532 aptères et 14 ailés ; et à la 10e, 378 aptères et 12 ailés. La proportion d'ailés a été faible pour tous les lots et les ailés n'ont été notés que dans les séries qui recevaient un éclairement d'une durée supérieure à 12 h.

Expérience n° 2. — Elle a été faite en vue de déterminer l'influence de la durée de l'éclairage sur des Pucerons qui étaient suffisamment nombreux sur la feuille pour que la surpopulaiton puisse agir dans des conditions voisines de celles qui ont lieu en plein air. Chaque lot comprenait deux groupes de 10 aptères ; les larves étaient séparées de leurs mères tous les 3 à 4 jours. L'expérience, faite au laboratoire, à la température moyenne de 18°, a été commencée le 23 mars et terminée le 15 juin.

TABLEAU L.

Influence de différentes conditions d'éclairage sur la production des virginipares ailés

Générations	Lumière naturelle d'une durée de			Obscurité permanente
	12 h	10 h	8 h	
1re	667 A.-153 L.	651 A.- 86 L.	478 A.-151 L.	274 A.-149 L.
2e.	497 A.- 92 L.	488 A.-205 L.	711 A.-246 L.	326 A.- 65 L.
3e	143 A.- 23 L.	55 A.- 7 L.	25 A.	71 A.- 5 L.
TOTAUX	1307 A.-268 L.	1194 A-298 L.	1214 A-397 L.	671 A.-219 L.
P. cent d'ailés	17,0	19,9	24,6	24,6

Expérience n° 3. — Elle fut commencée le 21 avril et comprenait cinq lots de 6 élevages individuels placés dans les conditions suivantes : lumière normale (14 h au début de l'expérience, 16 h à la fin) ; lumière naturelle réduite à 12 h, 10 h et 8 h ; obscurité permanente.

TABLEAU LI.

Influence de la durée de l'éclairage sur la production des ailés.

Générations	Lumière naturelle	Lumière naturelle de durée réduite à			Obscurité permanente
		12 h	10 h	8 h	
1re	374A - 33L.	218 A -42 L.	181A -1I.34L.	171 A -18 L.	101A. 2L.
2e	234A -2I.32L.	178 A -49 L.	167A - 13L.	198 A -35 L.	88A -1I.16L.
TOTAUX	608A -2I.65L.	396 A -91 L.	348A -1I.47L.	369 A -53 L.	198A -1I.18L.
P. cent d'ailés	9,7	18,7	12,8	12,5	9,6

Les larves étaient séparées de leur mère tous les 4 jours et disposées sur une feuille de Chou ; la fécondité des Pucerons étant considérable, l'effet de la surpopulation a pu s'exercer puissamment, ce qui explique la forte proportion d'ailés obtenue, mais il n'existe pas

de différences significatives entre les divers lots ; les pourcentages d'ailés obtenus dans les deux expériences précédentes sont très irréguliers ; cela tient à ce que la surpopulation peut s'exercer de façon variée, suivant le mode de groupement des Pucerons sur les feuilles.

Expérience n° 4. — Elle a été faite en vue de déterminer l'action de différentes conditions d'éclairage, en combinaison avec une température (21° ± 2) notablement plus élevée que dans les essais précédents, sur des Pucerons alimentés avec des feuilles en croissance très active ; les larves étaient séparées de leurs mères tous les 2 jours et les plus grandes précautions ont été prises afin d'éviter l'action de la surpopulation.

TABLEAU LII.

Influence de la lumière permanente, de la lumière naturelle, de la lumière naturelle réduite à 7 h 30 et de l'obscurité permanente sur la production des ailés.

Générations et dates des premières et dernières mues imaginales	Lumière permanente		Lumière naturelle (moy. 16 h.)		7 h lumière naturelle		Obscurité permanente	
	A	L	A	L	A	L	A	L
1re génération du 28 juin au 5 juillet................	136	7	104	5	83	0	18	0
2e génération : du 4 juillet au 20 juillet	283	0	399	2	158	0	33	0

L'examen comparatif de ces expériences permet de faire les remarques suivantes :

1° Lorsque l'action de la surpopulation est évitée, il n'apparaît pas ou peu d'ailés, quelle que soit la durée de l'éclairage ;

2° Le pourcentage d'ailés est considérable dès que la densité de population est assez forte et la durée de l'éclairage inférieure à 14 h ; il n'y a pas de corrélation régulière entre le pourcentage des ailés et la durée de l'éclairage ;

3° Ainsi que nous le verrons au chapitre XI, les Pucerons provenant d'une fondatrice éclose dans l'année donnent très peu d'ailés, alors que ceux qui sont prélevés dans une lignée dont la fondatrice est éclose l'année précédente peuvent en donner un grand nombre sous différentes conditions de durée d'éclairage et de surpopulation :

4° Les ailés qui sont apparus dans les lots élevés à une lumière de durée réduite étaient des virginipares, car ils n'ont produit que des virginipares aptères.

3. Influence d'une durée d'éclairage différente appliquée aux parents et à leurs descendants. — L'élevage des Pucerons aptères adultes et de leurs larves, dans des conditions d'éclairage différentes de celles qui avaient été appliquées aux géniteurs pendant

leur développement embryonnaire, pouvait entraîner des troubles physiologiques et amener l'apparition des formes ailées.

L'expérience a été réalisée avec des virginipares aptères provenant de lots élevés depuis plusieurs générations, les uns à la lumière naturelle (14 h pour la dernière génération), les autres à une lumière naturelle réduite à 8 h par jour. Dès la mue imaginale, ces Pucerons ont été élevés, ainsi que leur descendance, sous différentes conditions d'éclairage : lumière normale, lumière réduite à 8 h par jour et lumière permanente (lumière naturelle et artificielle).

Tableau LIII.

Influence d'une durée d'éclairage différente appliquée aux parents et à leurs descendants.

Durée d'éclairage appliquée aux larves	Durée d'éclairage appliquée aux parents	
	14 h	8 h
Lumière permanente	481 A-7 L-3 I	373 A-12 L.
Lumière naturelle (12 h 30)	269 A-3 L	72 A
Lumière naturelle (8 h)	287 A-6 L	197 A- 2 L.

Les diverses conditions d'éclairage n'ont donc pas entraîné la production d'une forte proportion de formes ailées.

L'apparition des ailés de *M. persicæ* sur le Pêcher au printemps relève de phénomènes ayant trait à la migration, qui seront étudiés dans le chapitre relatif à cette question.

Les virginipares ailés de *M. persicæ* peuvent apparaître en grand nombre dans le courant de l'hiver, lorsque celui-ci est peu rigoureux et succède à un automne doux qui permet la pullulation des Pucerons, mais on en observe aussi un pourcentage élevé en plein été sur les plantes-hôtes secondaires telles que les Pommes de terre (p. 65). La lumière n'exerce donc pas une action quelconque sur la production des virginipares ailés de *M. persicæ*, puisqu'il en apparaît aussi bien en décembre et janvier (longueur du jour : 8 h 15) qu'en juin ou juillet (longueur du jour : 16 h).

C. — Sappaphis plantaginea.

La migration des *fundatrigeniæ alatæ* a lieu depuis le 10 mai jusqu'au début de juillet et plusieurs générations de virginipares aptères se succèdent sur les Plantains jusqu'au début de septembre, époque d'apparition des premiers sexupares ailés ; les virginipares ailés ne sont observés que très rarement.

L'élevage des *fundatrigeniæ alatæ* et de leurs descendants sur des feuilles de Plantain à la lumière naturelle réduite à 8 ou 10 h par jour entraîne la production de sexupares ailés dès la génération suivante et celle des mâles dans l'arrière-descendance ; il a pu être obtenu des sexupares ailés dans la troisième décade de juin et des mâles au début du mois d'août. L'expérience a été poursuivie jusqu'au mois de

novembre ; elle comprenait trois lots de Pucerons élevés sur des feuilles de *Plantago media ;* le premier était constitué par des descendants de *fundatrigeniæ apteræ* recevant la lumière naturelle pendant 8 h 30 par jour, le second et le troisième par des descendants de *fundatrigeniæ alatæ* éclairés, l'un pendant 13 h par jour par une lumière artificielle et l'autre étant exposé à la lumière naturelle. Dans ce dernier lot, il n'a été observé que des aptères jusqu'au moment de l'apparition des sexupares ailés. Dans les deux autres lots, un petit nombre de sexupares ailés ont été notés à la génération qui a suivi la production des mâles (5ᵉ génération) ; les trois générations suivantes, qui ont été élevées de la mi-août au début d'octobre, ne comprenaient que des aptères ; un mâle est apparu à la 8ᵉ génération du premier lot.

D. — **Macrosiphum euphorbiæ** Thomas.

Les résultats négatifs obtenus avec *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *S. plantaginea* pouvant être dus à une certaine insensibilité de ces Pucerons à la durée de l'éclairage, nous avons été amené à refaire des essais analogues avec *Macrosiphum euphorbiæ* Thomas (*M. solanifolii* Ashm), l'Aphide utilisé par Shull dans les diverses expériences mentionnées précédemment.

Shull a opéré sur des Pommes de terre en pots soumises uniquement à un éclairage artificiel. Nos essais ont été faits sur des feuilles de Pomme de terre coupées provenant de plantes se développant en plein air et sur de très jeunes pieds de Pommes de terre dont la croissance s'était faite également en plein air jusqu'au début de l'expérience. Dans une première série d'essais, il n'a été utilisé que l'éclairage naturel et dans une autre expérience, il a été uniquement fait appel à l'éclairage artificiel.

Expérience avec l'éclairage naturel. — Il a été constitué douze cages renfermant chacune quelques folioles de Pomme de terre, sur lesquelles 6 virginipares aptères ont été déposés. Toutes les cages ont été placées très près de la fenêtre du laboratoire ; cinq, numérotées de 1 à 5, recevaient l'éclairage normal ; l'expérience a été commencée le 18 juillet et terminée le 26 août ; la durée journalière de l'éclairage a donc été de 15 h 30 au début de l'expérience et de 13 h 30 à la fin. Les cages numérotées de 6 à 12 recevaient l'éclairage naturel de 9 h à 16 h 30, soit pendant 7 h 30 par jour ; durant le reste de la journée et la nuit, ils étaient recouverts d'une grande boîte en carton.

La température moyenne durant les essais a été de 20°. Les larves aptères et les nymphes ont été tuées tous les 2 à 5 jours lorsqu'elles avaient atteint le quatrième stade.

Il a été obtenu 1 259 aptères et 7 ailés, soit 0,55 p. cent d'ailés dans le premier lot ; 1 156 aptères et 2 ailés, soit 0,17 p. cent d'ailés, dans le second.

Il résulte de cette expérience qu'un éclairage naturel d'une durée moyenne de 14 h ou réduit à 7 h 30 par jour n'exerce aucune influence sur l'apparition des ailés. Les quelques ailés qui ont été trouvés au cours de l'expérience résultaient vraisemblablement d'une surpopulation passagère.

Il est à noter également que la fécondité moyenne a été sensiblement plus réduite dans les lots ne recevant que 7 h 30 de lumière par jour ; elle n'a été que de 25,1 dans ce cas, contre 41,8 pour les Pucerons recevant un éclairage moyen journalier de 14 h.

Expérience avec l'éclairage artificiel. — Des virginipares aptères de *M. euphorbiæ* ont été déposés sur de jeunes pieds de Pommes de terre, à raison de 6 pucerons par pied et répartis en trois lots : l'un étant éclairé en permanence par une lampe de 100 W disposée à 60 cm au-dessus des plantes ; le second éclairé par une lampe de même puissance pendant 11 h par jour ; le troisième était placé en permanence à l'obscurité. La température moyenne a été de 24°.

A l'obscurité permanente, les adultes et leurs descendants moururent en moins d'une semaine. Les Pommes de terre en pots s'étiolèrent très rapidement, aussi bien à la lumière continue qu'à la lumière alternée : les plantes, hautes de 10 cm en moyenne au début de l'expérience, mesuraient le 5e jour 20 cm avec la lumière permanente et 24 cm avec la lumière limitée à 11 h. Les numérations ont été terminées 11 jours après l'apparition des premiers adultes ; il a été noté 55 aptères et 0 ailé avec la lumière permanente, 36 aptères et 0 ailé dans le lot éclairé pendant 11 h par jour. Ces résultats sont donc en complète contradiction avec ceux fournis par SHULL pour le même Aphide, cet auteur ayant obtenu un très fort pourcentage d'ailés pour les durées d'éclairement inférieures à 12 h par jour.

E. — Conclusions.

Nos expériences ne corroborent pas celles de SHULL ; ce dernier a opéré sur des Pommes de terre en pots éclairées uniquement par des lampes électriques ordinaires. Nous avons constaté que la croissance des Pommes de terre ou des Choux placés dans ces conditions est altérée en quelques heures ; les Pommes de terre s'étiolent très rapidement et les tiges peuvent s'allonger de plus de deux cm en 24 h. Ainsi que nous l'avons signalé à plusieurs reprises, il ne s'agit pas d'expérimenter sur le complexe Plante-Aphide, mais uniquement sur l'Insecte. L'expérience que cite SHULL, pour prouver que le facteur lumière agit directement sur l'Insecte et non par l'intermédiaire de la plante, n'est pas très convaincante.

Si l'on se réfère à la conclusion principale, à savoir que le pourcentage d'ailés est voisin de 100 p. cent pour une durée d'éclairage journalière inférieure à 12 h et tombe à près de 0 p. cent lorsque celle-ci est supérieure à 14 h, on devrait observer dans la nature un pourcentage

d'ailés considérable pendant la période qui s'étend de la mi-septembre à la fin mars; inversement, on ne devrait trouver que des aptères pendant les mois d'avril à août. Si l'on se reporte aux résultats des observations faites en plein air sur les Pommes de terre pour *M. persicæ*, sur les Choux pour *B. brassicæ* et *M. persicæ*, on constate que les ailés peuvent apparaître à toute époque de l'année (chap. II).

Il semble donc que les résultats fournis par SHULL soient faussés par les conditions anormales de croissance de la plante. Quelle que soit la puissance utilisée, l'éclairage artificiel fourni par des lampes électriques ordinaires est absolument insuffisant pour permettre une croissance à peu près normale de la plante. Il est vraisemblable qu'avec des durées d'éclairage journalières allant de 14 à 24 h, la durée de l'éclairage compensant partiellement l'intensité déficiente, la physiologie de la plante est moins fortement troublée, ce qui se traduit par un pourcentage extrêmement faible d'ailés.

Nous avons vu qu'un éclairage de faible intensité entraîne une diminution de la fécondité des Pucerons et, à un degré plus marqué, des anomalies de croissance de la Pomme de terre se traduisant par la production de feuilles extrêmement petites. Si l'on met au début de l'expérience un grand nombre de Pucerons sur chaque plante, il en résultera une surpopulation d'autant plus poussée que la durée de l'éclairage sera plus faible; nous avons constaté ce fait en mettant sur les folioles coupées, ou sur les pieds de Pommes de terre, 25 aptères de *M. euphorbiæ* au lieu de 6.

WADLEY, opérant avec *Toxoptera graminum* élevé dans une serre, conclut d'une manière un peu différente. Les gros pourcentages d'ailés sont notés en mars et septembre seulement, c'est-à-dire lorsque la durée journalière d'éclairage est de 11 à 12 h; en hiver comme en été, il est observé très peu d'ailés. Nous avons indiqué précédemment, qu'en plein air, les ailés de *B. brassicæ* sont apparus en grand nombre au mois de juin et vers la mi-septembre en 1945, au début de juin et vers la mi-octobre en 1946. On aurait donc pu croire à une certaine influence de la durée de l'éclairage; mais les élevages faits dans la serre pendant toute l'année sur des Choux en pot, où la surpopulation était évitée dans la mesure du possible, ont montré que la lumière n'intervenait en aucune manière, puisqu'il n'a jamais été obtenu un fort pourcentage d'ailés. En fait, les ailés de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* apparaissent lorsqu'il se produit une surpopulation, celle-ci résultant d'une diminution passagère d'activité des parasites et prédateurs de l'Aphide.

Il se pourrait que le pourcentage important d'ailés observé par WADLEY en mars et septembre soit dû à la surpopulation, celle-ci résultant, en mars, d'une fécondité élevée par suite de l'augmentation de la longueur du jour et, en septembre, de la disparition d'une partie des parasites ou prédateurs. En outre, pour les expériences de WADLEY comme pour celles de SHULL, il est vraisemblable qu'une certaine proportion des ailés dénombrés soit en fait des sexupares ailés. Nous verrons, en effet, aux chapitres XII et XIV, que les sexupares ailés de

M. persicæ et *B. brassicæ* apparaissent en grand nombre au printemps ou à l'automne, lorsque la durée du jour est de 11 à 12 h.

Si les conclusions des travaux de SHULL s'appliquaient à *B. brassicæ* et à *M. persicæ*, l'élevage de ces espèces au laboratoire et à une température moyenne de 20°-22°, poursuivi pendant toute l'année, devrait aboutir à la production exclusive d'aptères de mai à août (éclairage d'une durée supérieure à 14 h) et d'un grand nombre d'ailés d'octobre à mars (éclairement d'une durée inférieure à 12 h).

Il a été élevé, en lignées individuelles, des aptères de *B. brassicæ* pendant 90 générations consécutives en quatre années (lignée 1945) et il n'a été observé qu'un très petit nombre d'ailés à 4 générations seulement, l'apparition de ces ailés ayant eu lieu en été et résultant d'une surpopulation locale. L'examen des tableaux montre également qu'il apparaît un nombre insignifiant d'ailés dans les générations où naissent un grand nombre d'individus sexués, et ceci aussi bien pendant l'été que durant la période hivernale. Pendant l'hiver, les insectes étaient alimentés avec des feuilles de Chou récoltées en plein air : les Pucerons étaient donc placés, à l'exception de la température, dans des conditions similaires à celles qui existaient dans la nature,

L'élevage des virginipares aptères de *M. persicæ*, à une lumière de durée égale ou inférieure à 13 h, entraîne très rapidement (parfois 16 jours après le début de l'expérience, voir chap. XV, B) la production des mâles. L'apparition de ceux-ci est souvent précédée de virginipares ailés et dans l'expérience n° 2 du tableau CXXVI, des virginipares ailés sont nés 3 jours après le début de l'expérience, mais il s'agit là de phénomènes associés avec le déclenchement de la reproduction sexuée. Dans d'autres expériences (tableau CXXV), des aptères provenant d'un lot soumis à une lumière permanente et élevés à une lumière naturelle d'une durée de 8 h 30 à 9 h ont produit uniquement des aptères à la première génération, des aptères, des sexupares ailés et des mâles, mais aucun virginipare ailé, à la seconde génération.

VII. — HUMIDITÉ

KLODNITSKI (1912) a remarqué que les Pucerons du Rosier (*Macrosiphum rosæ* L.) se développent mal dans une atmosphère très sèche ; les insectes élevés dans un local humide sont une fois et demie plus grands que ceux obtenus dans un air sec ; ils ont aussi une taille supérieure à celle des Pucerons récoltés en plein air.

HEADLEE (1914) a élevé *Toxoptera graminum* Rond à des humidités relatives de 37, 50, 70, 80, 100 p. cent et à une température de 26° 7 ; la durée moyenne du développement a été de 6 jours pour tous les lots. Ces résultats ont été confirmés par WADLEY (1931).

Une humidité relative inférieure à 40 p. cent retarde le développement d'*Aphis gossypii*, mais n'amène pas l'apparition des ailés (REINHARD, 1927).

L. M. SMITH (1937) n'a pas constaté d'action appréciable exercée par l'humidité sur *Hyalopterus pruni* Koch.

Les expériences les plus approfondies sur le rôle exercé par l'humidité relative sur les Aphides ont été réalisées par RIVNAY (1937), avec *Toxoptera aurantii* Boy. Ce Puceron a été élevé sur des rameaux de *Citrus* placés dans des récipients où l'humidité relative était respectivement d'environ 95 p. cent et 10 p. cent. A 95 p. cent d'H. R., il a été obtenu 8,8 p. cent d'ailés contre 32,1 p. cent à 10 p. cent d'H. R.

A. — Brevicoryne brassicæ.

1. Influence de l'humidité relative sur la croissance. — Nous avons tout d'abord recherché si une faible humidité relative augmentait la durée du développement larvaire des Aphides, ainsi que l'a constaté REINHARD (1927), ou si elle n'exerçait aucune action ainsi que l'affirment HEADLEE (1944) et WADLEY (1931).

Des larves de *B. brassicæ* âgées de 1 à 12 h et provenant d'une lignée pure ont été élevées, sous trois conditions d'humidité différentes : à 20, 50 et 100 p. cent, sur des feuilles coupées dont le pétiole baignait dans un tube de verre rempli d'eau et fermé hermétiquement par un bouchon. Ces tubes étaient disposés sous des cloches de verre où les diverses humidités relatives étaient obtenues avec des solutions de potasse caustique disposées dans de larges soucoupes. Le quatrième lot, constituant le témoin, n'était pas recouvert d'une cloche ; l'humidité relative de l'air du laboratoire a varié pendant toute la durée de l'expérience de 70 à 95 p. cent (80 p. cent en moyenne).

Les quatre lots étaient disposés côte à côte. L'expérience a été commencée au début de juillet et la température moyenne a été de 23°.

Il n'a pas été constaté de différences significatives dans la durée de développement des Pucerons des différents lots. Aux humidités relatives de 20, 50 et 80 p. cent, la longueur des virginipares aptères a été sensiblement la même (moyenne 2,2 mm) ; elle n'a été que de 1,9 mm pour les Pucerons du lot à 100 p. cent d'humidité relative.

2. Influence de l'humidité relative sur la production des virginipares ailés. — L'expérience a été réalisée de la manière suivante : les mères ont été prélevées dans une souche où la surpopulation avait soigneusement été évitée et placées sur des hampes florales de Colza dont la base baignait dans un petit tube hermétiquement clos par un bouchon paraffiné. Trois lots, comprenant chacun 4 rameaux porteurs de 10 aptères, ont été constitués ; les rameaux de chaque lot étaient disposés dans des cloches où l'humidité relative était maintenue à 40, 60 et 95 p. cent, grâce à des solutions de potasse caustique à diverses concentrations. Dès que les rameaux montraient un début de flétrissement, ou lorsque la colonie devenait trop importante, les Pucerons et leurs descendants étaient transportés sur d'autres hampes florales. La mortalité a été très élevée dans les trois lots.

TABLEAU LIV.

Influence de diverses humidités relatives sur la production des formes ailées (température moyenne : 19°).

Humidité relative	Nombre de jours après le début de l'expérience					Totaux
	12	14	16	18	20	
40 p. cent	33 A.-2 L.	23 A.	3 A.	6 A.		65 A.- 2 L.
60 p. cent	43 A.-2 L.	27 A.-1 L.	11 A.	4 A.-1 L.	6 A.	91 A.- 4 L.
95 p. cent	27 A.-2 L.	12 A.	3 A.			42 A.- 2 L.

L'expérience précédente ayant été réalisée dans le courant du mois de décembre, une autre a été faite du 2 au 17 juillet, afin de voir si les résultats pouvaient différer suivant la saison ; pendant l'hiver, l'humidité relative de l'air est presque constamment voisine de 100 p. cent, alors qu'elle peut descendre en été jusqu'à 50 p. cent. L'essai a été fait sur des hampes florales de Colza avec des humidités relatives de 20, 50 et 100 p. cent ; pour le lot servant de témoin, et non recouvert d'une cloche, l'humidité relative de l'air a varié de 72 à 86 p. cent (moyenne : 80 p. cent). Il a été noté entre 0 et 3 p. cent d'ailés pour les quatre lots.

La transpiration des tissus végétaux est d'autant plus importante que leur surface est relativement plus grande et que l'humidité de l'air est plus faible. Les Pucerons qui se trouvent à la surface des tissus végétaux placés dans une atmosphère dont l'humidité relative est basse sont, en fait, dans un microclimat beaucoup plus humide ; c'est afin de limiter cette erreur que des rameaux de Colza ont été employés.

Nous avons cherché à diminuer au maximum cette évaporation en opérant de la manière suivante : des fragments de tige de Colza longs de 3 cm, dont les extrémités avaient été paraffinées afin d'en empêcher le dessèchement trop rapide, ont été mis dans le couvercle d'un cylindre de Borrel fermé par une mousseline. 10 virginipares aptères ont été mis sur ces fragments. Les couvercles ont été placés à l'intérieur de cuvettes fermées par un disque de verre enduit de vaseline sur ses bords. Des morceaux de chlorure de calcium ont été disposés dans une cuvette et de l'eau a été versée dans l'autre ; de cette manière, l'humidité relative était inférieure à 5 p. cent dans la première cuvette et voisine de 100 p. cent dans la seconde. La mortalité a été très élevée par suite des conditions anormales d'existence.

Il a été obtenu 18 aptères avec l'humidité relative de 5 p. cent, 26 aptères et 3 ailés avec une humidité de 100 p. cent. Cette expérience montre qu'une humidité relative extrêmement faible n'amène pas la production de formes ailées.

RIVNAY (1937) a affamé pendant 24 h des larves au premier stade de *Toxoptera aurantii* Boy., les unes dans une salle où l'humidité était d'environ 70 p. cent et les autres dans un local où l'humidité était de 98 p. cent. Les insectes ont été ensuite déposés sur des branches de *Citrus* et élevés côte à côte ; 24,7 p. cent d'ailés sont apparus dans le lot

à 98 p. cent d'humidité relative et 78,5 p. cent dans celui à 70 p. cent.

Nous avons fait une expérience analogue en utilisant *B. brassicæ.* Des larves âgées de 12 à 24 h ont été affamées en mai pendant 16 h, les unes à une H. R. de 100 p. cent et les autres à une H. R. de 20 p. cent (température moyenne 18°), puis élevées sur des feuilles coupées dans des conditions normales. Chaque lot comprenait 200 larves ; il a été obtenu :

Témoin (80 p. cent d'H. R.) : 101 aptères, 0 ailé.
100 p. cent d'H. R. : 53 aptères, 3 ailés.
20 p. cent d'H. R. : 28 aptères, 1 ailé.

Cette expérience a été recommencée en juillet à une température moyenne de 22° ; 250 larves ont été utilisées pour chaque lot. Il a été dénombré :

100 p. cent d'H. R. : 132 aptères, 2 ailés, 1 intermédiaire.
20 p. cent d'H. R. : 143 aptères, 1 ailé.

B. — Myzus persicæ.

1. Influence de l'humidité relative sur la croissance. — Des larves de *M. persicæ*, âgées de 1 à 12 h, ont été élevées au début du mois de juillet dans les mêmes conditions expérimentales que celles qui ont été mentionnées pour *B. brassicæ.* Comme pour cette espèce, il n'a pas été observé de différences significatives entre les divers lots.

2. Influence de l'humidité relative combinée à la famine sur la production des virginipares ailés. — Des larves âgées de 12 à 24 h ont été affamées en mai pendant 16 h aux humidités relatives de 20 et de 100 p. cent ; le lot témoin a été soumis au jeûne pendant le même temps (H. R. 80 p. cent) ; les résultats suivants ont été obtenus (200 larves par lot) :

Témoin (80 p. cent d'H. R.) : 172 A. 0 L.
100 p. cent d'H. R. : 40 A. 0 L.
20 p. cent d'H. R. : 65 A. 2 L.

Cette expérience a été recommencée au cours du mois de juillet à une température de 24° : chaque lot comprenait 2 000 larves, mais la mortalité a été extrêmement forte :

	7 h de famine	5 h de famine
Témoin (75 p. cent d'H. R.) :	120 A. 0 L.	454 A. 0 L.
100 p. cent d'H. R. :	98 A. 0 L.	226 A. 4 L.
20 p. cent d'H. R. :	72 A. 1 L.	370 A. 2 L.

A la fin du mois de juillet, des aptères ont été affamés le lendemain de la mue imaginale, les uns à la lumière naturelle et à deux reprises pendant 7 h, les autres une fois à l'obscurité pendant 14 h et aux

humidités relatives de 20, 80 et 100 p. cent. La mortalité a été en moyenne de 60 p. cent le lendemain de la période de famine. Ces Pucerons ont été ensuite élevés dans des conditions normales ; leur descendance ne comprenait que des aptères, sauf le lot affamé une fois pendant 14 h à une humidité relative de 100 p. cent, où il a été dénombré 0,6 p. cent d'ailés.

C. — Conclusions.

Il résulte des essais qui ont été faits avec *B. brassicæ* et *M. persicæ* qu'une basse humidité relative de l'air ne ralentit pas la croissance larvaire ; appliquée à des virginipares aptères ou à des larves, seule ou en combinaison avec la famine, elle n'augmente pas la proportion des ailés.

Les Aphides absorbent une quantité relativement très importante de sève qui doit leur permettre de maintenir sensiblement constante la teneur en eau de leurs tissus, quelle que soit l'humidité relative.

Il est difficile, sinon impossible, d'abaisser d'une manière sensible l'H. R. de l'air dans la zone où se tiennent les Pucerons (c'est-à-dire à moins de 1 mm) en utilisant des feuilles ou des rameaux très aqueux : les tissus transpirent fortement pour compenser le dessèchement, de sorte que la couche d'air qui environne les tissus est d'une humidité relative de 80 à 100 p. cent (Penman, 1948).

Il n'en est pas de même avec des rameaux ligneux, des feuilles de plantes xérophiles ; les Pucerons peuvent être soumis, dans ce cas, à des variations de l'humidité relative plus importantes. A l'appui de sa thèse, Rivnay mentionne qu'en Palestine les vents desséchants du désert qui soufflent principalement au printemps et à l'automne, font tomber l'humidité relative de l'air à 30-40 p. cent et même à 10-20 p. cent ; c'est à ce moment que les Pucerons ailés sont particulièrement nombreux. Il serait intéressant de vérifier si cela ne correspond pas à une diminution du nombre des parasites et des prédateurs et, par ailleurs, à un rassemblement des Pucerons sur les parties de la plante les moins exposées au vent ; il en résulterait une augmentation locale de la densité de population permettant à la surpopulation d'exercer ses effets.

VIII. — ALIMENTATION

L'apparition des virginipares ailés a été fréquemment attribuée à une nutrition anormale, résultant du flétrissement de la plante-hôte ou du dessèchement progressif des tissus qui précède la maturité.

Une famine de quelques heures par jour peut, dans une certaine mesure, être assimilée à une déficience alimentaire.

La maturité des plantes se caractérise par une diminution de la teneur en eau de leurs tissus et une augmentation en diverses substances, notamment en matières minérales. Plusieurs chercheurs ont

supposé que ces modifications de la composition chimique des cellules végétales entraînaient la production des formes ailées ; ils ont essayé d'enrichir artificiellement des tissus végétaux en diverses substances.

Nous étudierons donc successivement l'action :

A. — De la maturité et du desséchement de la plante-hôte ;
B. — De la famine ;
C. — De diverses substances introduites dans les tissus végétaux.

A. — Maturité et desséchement de la plante-hôte.

Si un grand nombre d'auteurs ont attribué l'apparition des formes ailées au dessèchement accidentel de la plante-hôte ou à la modification de la composition de ses tissus par suite de la maturité, plusieurs chercheurs ont émis des avis à peu près diamétralement opposés.

Dès 1815, Kyber a attiré l'attention sur le rôle de la sous-alimentation dans l'apparition des virginipares ailés, ainsi que dans le déclenchement de la reproduction sexuée.

Macchiati (1884) a remarqué que les femelles parthénogénétiques ailées apparaissent habituellement lorsque la plante sur laquelle vit la fondatrice n'est plus en état de fournir aux générations suivantes une quantité suffisante de nourriture.

Gentry (1873) a signalé que les Pucerons se nourrissant de jeunes pousses vigoureuses produisent presque invariablement des virginipares aptères, alors que ceux qui se développent sur des rameaux lignifiés, à végétation ralentie, donnent principalement naissance à des formes ailées.

Les expériences de Morgan (1885) et de Keller (1887) aboutissent à une conclusion identique : le manque de nourriture amène l'apparition de formes ailées chez *Phylloxera vastatrix*.

Selon Slingerland (1893), la sous-alimentation ou la surpopulation amène non seulement la production de virginipares ailés, mais aussi de formes aptères naines.

Au cours d'une année anormalement sèche qui détruisit un grand nombre de Crucifères, Woodworth (1908) a noté une augmentation importante du pourcentage des ailés de *B. brassicæ ;* il a expliqué la production des virginipares ailés de *Phylloxera vastatrix* par l'action conjuguée de la dessiccation superficielle du sol et d'une teneur élevée de la plante en matières minérales.

Les virginipares ailés apparaissent, d'après Mordwilko (1908), à la suite d'une déficience alimentaire et il ne se produit que des formes aptères lorsque la nourriture est abondante.

Davidson (1914) a expliqué la naissance des ailés sur les plantes ayant une forte population d'*Aphis fabæ* Scop., par des modifications d'ordre qualitatif et quantitatif de la sève. Les ailés apparaissent parallèlement à une diminution de la fécondité et de la taille des

aptères; cette remarque a été également formulée par MORDWILKO et KLODNITSKI (1912). Les aptères d'*Aphis avenæ* Fab. sont notablement plus petits sur le Blé âgé que sur de jeunes plantes (EWING, 1916); les larves qui sont déposées sur les pieds âgés deviennent ailées dans une proportion plus importante que celles qui sont nourries de Blé en pleine croissance (EWING, 1925). Le flétrissement de la plante-hôte provoque le développement des virginipares ailés chez *Anuraphis bakeri* Cowen (SMITH, 1923).

RIVNAY (1937) a élevé pendant le mois de décembre de jeunes larves de *Toxoptera aurantii* Boyer, sur des plantes âgées et sur des pousses fraîches de *Citrus* changées tous les deux jours. Il a obtenu 43,3 p. cent d'ailés dans le premier cas et 7,4 p. cent dans le second. Le départ de la végétation des *Citrus* a lieu au début du mois de janvier et RIVNAY a renouvelé son expérience dans le courant des mois de janvier et février : bien que toutes les autres conditions de milieu aient été sensiblement les mêmes, les résultats ont été très différents de ceux qui furent obtenus un mois auparavant : il y eut 4,5 p. cent d'ailés avec les larves élevées sur des brindilles coupées et non changées durant la durée de l'expérience, contre 1,3 p. cent pour les brindilles changées au cours de l'essai. Cela serait dû, d'après RIVNAY, à ce que les rameaux utilisés sont restés suffisamment frais pendant une semaine. En élevant ce Puceron sur des branches de *Citrus* dont l'extrémité ne baignait dans l'eau qu'un jour sur deux, RIVNAY a obtenu 43,2 p. cent d'ailés contre 8,2 chez le témoin.

SCHAEFFER (1938) a élevé des larves au quatrième stade et des adultes aptères du Puceron du Pois (*Macrosiphum pisi* Kalt) sur des plantes à demi fanées; la descendance des premiers comprenait 3,3 p. cent d'ailés et celle des seconds 32,8 p. cent.

Plusieurs auteurs sont d'un avis opposé à celui émis par les divers chercheurs précités.

TANNREUTHER (1907) a effectué principalement ses recherches sur *Melanoxanthus salicis* Buckton (*Melanoxantherium salicis* L.). Il a constaté que les ailés apparaissent indépendamment de conditions extérieures défavorables; la 2e génération de cette espèce présentait 95 p. cent d'ailés, bien que la plante-hôte fut à l'époque en pleine période de croissance. Il en conclut que l'apparition des formes ailées n'est nullement en relation avec des conditions défavorables ou un manque de nourriture, ainsi qu'il est généralement admis, mais qu'elle coïncide plutôt avec une nourriture abondante. BÖRNER (1914) partage cette opinion.

Chez *Aphis pomi*, l'apparition des formes ailées ne dépend pas d'une nourriture déficiente, d'après BAKER et TURNER (1916); les ailés se trouvent fréquemment dans les colonies qui se développent sur des rameaux vigoureux, alors qu'ils sont extrêmement rares parmi les Pucerons parasitant des rameaux malingres.

Shinji (1918) a provoqué artificiellement le flétrissement de rameaux de Rosier, en plongeant la tige dans du chlorure de calcium, puis a déposé des *Macrosiphum rosæ* aptères sur les rameaux ainsi traités. Bien que ces rameaux aient perdu beaucoup d'eau, il n'a pas été constaté d'apparition d'ailés parmi la descendance de ces Pucerons, au contraire de ce qui se produit avec les sels de magnésium, d'antimoine, de nickel, d'étain, de mercure, de plomb, de zinc et aussi avec les solutions de saccharose. Shinji en conclut que le flétrissement, même accentué, des plantes ne constitue pas un facteur de la production des ailés, mais que le dessèchement des plantes peut exercer une action indirecte en concentrant la teneur en sels des tissus de la plante.

Baker et Turner (1919) ont signalé, dans leur travail sur *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch, que l'apparition des ailés paraît être un facteur héréditaire ; il n'a pas été noté un pourcentage élevé d'ailés dans des lignées qui recevaient une alimentation très déficiente.

Il se trouve couramment des formes ailées d'*Aphis fabæ* Scop. sur des plantes en pleine croissance d'*Euonymus europæus* et des formes aptères sur des plantes ligneuses. Davidson (1921) en déduit que les conditions de nutrition ne constituent pas l'agent décisif, mais que le facteur principal réside en une tendance pour les aptères à produire une descendance mixte d'ailés et d'aptères et dans quelques cas seulement des aptères ; par ailleurs, les ailés produisent des aptères et occasionnellement des descendants ailés.

Mason (1922) n'a pas observé une augmentation du pourcentage d'ailés en relation avec une nourriture déficiente.

Marcovitch (1924) a fait des constatations analogues avec *Aphis sorbi* Kalt. (vraisemblablement *Anuraphis roseus* Baker, *Sappaphis plantaginea* Pass.). Il a été élevé 10 générations consécutives de Pucerons sur des Pommiers ne recevant qu'une lumière naturelle affaiblie ; l'expérience a été conduite en élevant chaque génération sur une nouvelle plante. Par suite de cet éclairage réduit, les feuilles des arbustes étaient chlorotiques ; cependant, les formes ailées sont rarement apparues. Par contre, les ailés ont été très nombreux sur des plantes vigoureuses se développant dans des conditions identiques de température et d'humidité. Marcovitch en conclut que les tissus des plantes-hôtes ayant une croissance rapide favorisent le développement des formes ailées.

Shull (1928), opérant avec *Macrosiphum solanifolii* Ashm, a remarqué que l'altération des conditions nutritives provoquées par les différents éclairements n'a pas d'influence sur les Aphides ; son action est dominée par celle d'autres facteurs tels que la lumière et la température.

Il est extrêmement difficile d'étudier dans des conditions précises le mode d'action de la maturité et du dessèchement de la plante-hôte sur la production des formes ailées. Les différentes parties d'une plante

ne parviennent pas à maturité ou ne se dessèchent pas en même temps ; il existe de grands écarts entre plusieurs plantes ayant le même âge et placées dans les mêmes conditions de milieu. Les espèces peuvent se comporter de façon très variée : certaines, comme *B. brassicæ*, se déplacent peu, même lorsque les conditions d'existence sont des plus précaires, alors que d'autres, telles que *M. persicæ*, circulent sur le végétal afin de rechercher une meilleure nourriture. Le nombre des Pucerons pourra varier dans de grandes limites suivant la mortalité des insectes qui auront été placés sur les plantes au début de l'expérience et leur fécondité, ce qui se traduira par une densité de population plus ou moins grande et une surpopulation d'intensité très variable. Enfin, dans les expériences faites au laboratoire ou en serre, les Aphides abandonnent fréquemment la plante-hôte dès que celle-ci commence à dépérir.

1. Brevicoryne brassicæ. — Afin d'éviter la plupart des causes d'erreur citées précédemment, nous avons le plus souvent procédé à des élevages sur des feuilles de Chou qui étaient remplacées par d'autres feuilles, coupées depuis plusieurs jours, lorsque la mortalité devenait trop importante ; cette méthode permettait d'opérer sur des végétaux dont l'état physiologique était facilement contrôlable et avec un nombre connu de Pucerons. Le flétrissement (qui se manifestait par le virage du vert au jaune) des feuilles se faisait progressivement et pouvait être accéléré ou retardé par le transfert des cages dans des locaux où la température était plus ou moins élevée.

a) *Expériences sur des feuilles coupées.* — 10 adultes aptères dont la croissance larvaire s'était effectuée sur des feuilles fréquemment renouvelées ont été répartis en deux lots et mis en élevage, le 28 novembre, sur des feuilles placées à l'étuve à 24° 5. Le 30 novembre, les feuilles étaient jaunâtres et, le 3 décembre, elles étaient complètement jaunes. A ce moment, les larves qui étaient nées et avaient commencé leur croissance sur ces feuilles jaunies ont été transférées sur des feuilles fraîches qui ont été changées tous les 3 jours ; leurs parents ont été transportés également sur des feuilles fraîches et élevés dans les mêmes conditions. Il a donc été obtenu des larves provenant des mêmes mères, mais appartenant à deux catégories distinctes ;

1° Les larves nées entre le 28 novembre et le 3 décembre, qui ont été produites par des mères ayant reçu une bonne nourriture jusqu'au 28 novembre, puis une alimentation de plus en plus déficiente entre le 28 novembre et le 3 décembre ; les larves ont également eu une alimentation insuffisante pendant cette période ; aucune d'entre elles, cependant, n'est devenue ailée.

2° Les larves nées après le 3 décembre, qui ont toujours reçu une nourriture satisfaisante.

TABLEAU LV.

Influence du jaunissement des feuilles sur l'apparition des ailés.

Dates auxquelles les larves ont atteint le quatrième stade	Ailés	Aptères
1° Larves nées entre le 28 novembre et le 3 décembre :		
6 décembre	0	26
8 décembre	0	55
TOTAL	0	81
2° Larves nées après le 3 décembre :		
10 décembre	4	46
11 —	1	13
12 —	1	9
13 —	7	7
14 —	6	8
17 —	0	9
TOTAL	19	92

Contrairement à ce que nous avons observé par ailleurs (p. 107), la proportion du nombre des ailés a donc augmenté au fur et à mesure du vieillissement des mères. A la température de 24° 5, le développement larvaire jusqu'au quatrième stade demandant 6 à 7 jours, les premières larves ailées sont apparues 3 jours après le jaunissement des feuilles.

Un essai analogue a été commencé le 28 avril ; les feuilles étaient complètement jaunes 5 jours après le début de l'expérience ; les larves qui étaient nées pendant cette période et les adultes survivants ont été transférés sur des feuilles fraîches. La nature des Pucerons obtenus dans ces conditions a été la suivante :

— Larves nées les cinq premiers jours : 267 A., 9 L. (3,2 p. cent d'ailés) ;

— Larves nées les jours suivants : 223 A., 38 L. (14,5 p. cent d'ailés).

Une troisième expérience, faite à la température moyenne de 20°, a débuté le 2 juin. Les géniteurs ont pu être maintenus pendant 9 jours sur des feuilles complètement jaunes ; ils ont été transférés ensuite sur des feuilles fraîches.

Dans les expériences précédentes, les larves se rassemblaient autour de leur mère et n'en étaient séparées qu'au moment du changement de feuille. Dans le cas présent, au contraire, les larves étaient éloignées chaque jour des géniteurs afin d'éviter toute action de la surpopulation : il n'a été obtenu que des aptères, aussi bien avec les larves qui étaient restées pendant 6 jours sur les feuilles jaunissantes qu'avec celles qui furent produites par les Pucerons après le 9e jour d'expérimentation.

Nous verrons par la suite (chap. IX) qu'une forte proportion d'ailés est obtenue dans la descendance de virginipares aptères laissés

pendant un certain temps au contact de leurs larves ; la surpopulation est intervenue pour une part importante dans la production des formes ailées relatée au tableau LV, ainsi que dans l'expérience suivante.

Des feuilles de Chou dont le pétiole baigne dans une solution de saccharose à 15 p. cent perdent leur turgescence en quelques heures. Des virginipares aptères et leur descendance furent élevés sur ces feuilles jusqu'à ce qu'elles soient complètement jaunes ; il ne fut noté que des aptères.

Il a été également élevé des Pucerons sur des feuilles baignant dans des solutions de KNOP ou d'ACKERMANN ; bien que ces feuilles fussent fortement chlorotiques, les Aphides furent très féconds mais ne donnèrent naissance qu'à des aptères.

Nous pouvons conclure de ce qui précède que le flétrissement rapide des feuilles n'entraîne pas l'apparition des ailés lorsque l'expérience est faite à une température moyenne de 20°-22° et à une humidité relative de 75 à 80 p. cent.

b) *Expériences sur des plantes en pot.* — Des Pucerons ont été élevés à dater du début de juin sur de jeunes Choux plantés dans des pots remplis d'une terre argileuse ; ces pots, placés dans une serre, n'étaient arrosés que lorsque les feuilles n'étaient plus turgescentes. Pendant plus de deux mois, les plantes ont été constamment maintenues à la limite du flétrissement ; les feuilles ont pris un aspect très particulier ; elles avaient une teinte glauque et le limbe s'était fortement épaissi. La température moyenne a toujours été supérieure à 20° et les maxima ont dépassé 30° à plusieurs reprises. Des colonies assez abondantes se sont développées sur ces plantes, mais la proportion d'ailés est toujours restée très faible. La longueur de ces Aphides était supérieure à celle des Pucerons se développant sur des pots témoins ; elle variait de 2,16 mm à 2,52 mm (moyenne : 2,45 mm, récolte du 30 octobre) alors que les Pucerons du lot-témoin mesuraient en moyenne 1,710 mm. Cette observation ne prouve pas cependant que le manque d'eau n'exerce aucune influence sur l'apparition des ailés : les Choux se sont adaptés aux conditions particulières de milieu auxquelles ils étaient soumis et la teneur en eau de leurs tissus a été vraisemblablement toujours suffisante pour assurer aux Pucerons une alimentation normale. Elle démontre cependant qu'une sécheresse prolongée ne conduit pas obligatoirement à la production d'une forte proportion d'ailés. En pareille circonstance, bon nombre de plantes s'adaptent à ces conditions particulières par des modifications histologiques qui diminuent la transpiration, mais qui ne présentent pas un obstacle sérieux à l'alimentation des Pucerons. Par contre, une sécheresse brusque peut entraîner l'apparition de beaucoup d'ailés en provoquant la mort de tout ou partie d'un grand nombre de plantes, ce qui se traduit par d'importantes modifications dans la densité de la population.

Le dessèchement des plantes se produisant au moment où les jours

sont courts (ce qui favoriserait l'apparition des ailés, d'après SHULL) n'entraîne pas la production des virginipares ailés chez *B. brassicæ;* 10 aptères ont été déposés le 26 février sur un pied de Chou en pot placé au laboratoire; la plante s'est desséchée progressivement et il ne restait plus, le 18 avril, qu'une petite feuille de couleur vert jaunâtre sur laquelle se trouvaient quelques larves ou adultes aptères, mais aucun ailé ou nymphe.

c) *Elevage de Pucerons sur des portions de feuille fortement altérées par les piqûres.* — Les adultes et les larves se groupent en colonies extrêmement denses, qui ne tardent pas à produire un important pourcentage de virginipares ailés; aux endroits occupés par ces colonies, les tissus des plantes sont l'objet de piqûres multiples qui les épuisent rapidement, et les Pucerons ont une alimentation de plus en plus déficiente en qualité et en quantité. L'emploi des cellules décrites page 85 a permis de maintenir des Aphides sur des portions de limbe qui avaient été l'objet de nombreuses piqûres effectuées par ces mêmes Pucerons ou d'autres Aphides élevés auparavant à cet endroit. Une cellule renfermant 10 adultes aptères a été mise le 10 avril sur une feuille d'un Chou en pot placé dans la serre. Le 17 avril, l'emplacement occupé par la cellule était jaunâtre; les adultes et leurs larves furent transportés sur des feuilles fraîches. Presque toutes les larves devinrent ailées. 2 adultes seulement sur les 10 mis en expérience survécurent et produisirent 15 aptères.

Nous avons placé six cellules renfermant chacune 10 aptères venant de subir la mue imaginale sur des feuilles fraîches de Chou et nous avons laissé les adultes dans les cellules jusqu'à leur mort; leurs larves ont été enlevées des cellules tous les 2 à 4 jours et transportées sur des feuilles coupées renouvelées fréquemment. Il a pu être constitué quatre lots successifs.

Les larves du second lot étaient produites par les Pucerons qui avaient engendré les larves du lot 1, mais qui étaient plus âgées d'au moins 4 jours, celles du lot 3 de mères plus âgées de 2 jours que celles du lot 2 et de 6 jours que celles du lot 1. En outre, au fur et à mesure du déroulement de l'expérience, la qualité de la nourriture diminuait et cela affectait aussi bien les mères que les larves.

TABLEAU LVI.

Influence d'une diminution progressive de la qualité de la nourriture sur l'apparition des ailés (Température moyenne 20°).

Dates des numérations	Dates d'enlèvement des larves			
	3 jours	7 jours	9 jours	12 jours
29 avril	85A.			
3 mai	150A.-30L.-2I.	58A.-134L.-1I.		
5 mai	3A.	12A.- 18L.	4 A.-1 L.	
7 mai		15 A	53A.- 8L.	20 A.-5 L.
10 mai				6 A.
	238A.-30L.2I.	85A.-152L.-1I.	57 A.-12 L.	26 A.- 5 L.
P. cent d'ailés	11,4	64,1	17,3	16,1

Dans ces deux expériences, les larves sont restées plusieurs jours en contact avec leur mère, ce qui entraîne, ainsi que nous le montrerons au chapitre suivant, la production de formes ailées.

Des virginipares aptères ont été placés dans des cellules (5 par élément) pendant 5 jours ; leurs larves et eux-mêmes ont été ensuite élevés séparément sur des feuilles fraîches ; 10 p. cent seulement des larves qui sont nées dans les cellules sont devenues ailées et les aptères ont engendré par la suite 100 p. cent d'aptères.

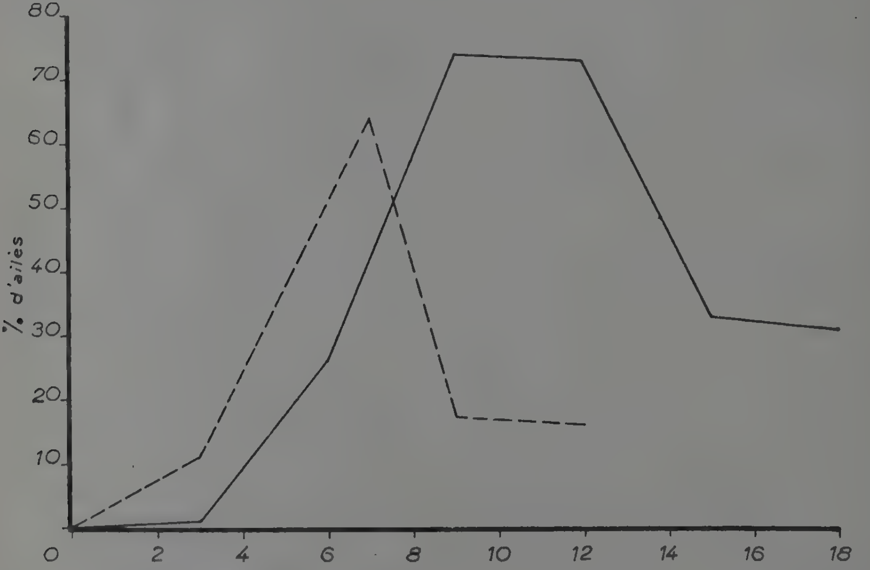


Fig. 60. — *B. brassicæ.* Pourcentages d'ailés obtenus par la surpopulation d'aptères avec leurs larves sur des feuilles de chou normales (en trait plein) et sur des portions de limbe fortement altérées par les piqures des pucerons (en pointillé).

Nous avons élevé 300 larves en surpopulation dans des cellules qui ne furent transférées sur d'autres feuilles que deux fois en 10 jours ; bien que l'emplacement occupé par les larves fut complètement jaune au moment de l'enlèvement de la cellule, il fut obtenu 136 aptères et 0 ailé à la 1re génération, 244 aptères et 1 ailé à la 2e génération.

La comparaison de ces deux groupes d'expériences prouve que la production des ailés qui sont apparus dans la première série d'expériences est partiellement due à l'alimentation et qu'elle relève principalement de l'action de la surpopulation.

L'examen du tableau LVI nous permet de faire différentes constatations :

1° Le pourcentage d'ailés n'augmente pas au fur et à mesure que l'alimentation devient de plus en plus mauvaise, bien que celle-ci affecte les mères et les larves ;

2° Le nombre maximum d'ailés est noté le 3 mai dans le lot où les larves ont été retirées le 7e jour après le début de l'expérience (134 sur les 199 ailés obtenus durant toute l'expérience) ;

3° Si l'on compare ces chiffres avec ceux fournis par des aptères mis en surpopulation avec leurs larves sur des portions de feuilles non parasitées (tableau LXXVII, lot D), on constate que le pourcentage maximum d'ailés obtenu de cette manière est un peu supérieur à celui fourni par la présente expérience ; cependant, l'alimentation déficiente accélère la production des ailés de 48 h (*fig.* 60).

2. Myzus persicæ. — a) *Expériences sur des feuilles coupées.* — L'essai relaté page 143 (expérience commencée le 2 juin) a été fait dans les mêmes conditions avec *M. persicæ ;* la mortalité a été très importante (67 à 82 p. cent) et il a été obtenu 1 385 aptères et 1 ailé.

Des adultes aptères ont été laissés sur une feuille de Chou pendant 10 jours ; il est né un grand nombre de larves qui sont restées jusqu'à la fin de l'expérience sur cette feuille devenue complètement jaune : toutes étaient aptères.

Une autre expérience a été commencée le 21 septembre 1949, avec des Pucerons provenant d'une fondatrice éclose au printemps de l'année 1948 ; elle comprenait trois lots :

A. — Témoin constitué par 3 cages de 10 aptères élevés sur des feuilles fraîches de Chou ; les larves étaient séparées de leurs mères tous les deux jours et nourries de feuilles fraîches de Chou ;

B. — Ce lot comprenait 8 cages de 10 aptères élevés sur des feuilles de Chou jaunissantes ; les feuilles étaient coupées plusieurs jours à l'avance et les pétioles étaient plongés dans de l'eau pure ; les larves étaient séparées de leurs mères tous les deux jours et transportées sur des feuilles jaunissantes. Les feuilles sur lesquelles se trouvaient les aptères et les larves n'étaient renouvelées que lorsque leur jaunissement était très marqué ;

C. — Ce lot comprenait également 8 cages de 10 aptères élevés, ainsi que leurs larves, sur des feuilles de Radis dans les conditions indiquées pour le lot B.

Cette expérience a donné les résultats suivants :

Lot A	: 1 180 A., 584 L.,	33,1 p. cent d'ailés,
Lot B	: 1 125 A., 115 L.,	9,2 p. cent d'ailés,
Lot C	: 1 031 A., 828 L., 1 I,	44,5 p. cent d'ailés.

L'alimentation fournie par les feuilles jaunissantes de Chou ou de Radis a entraîné une forte mortalité des adultes et des larves, puisque le nombre de larves ayant atteint le 4e stade a été sensiblement le même pour les trois lots et que le lot A comprenait 2,6 fois moins de géniteurs que les lots B et C.

Le plus faible pourcentage d'ailés a été obtenu dans le lot B ; la proportion élevée d'ailés obtenue dans le lot A est due à la grande

fécondité des mères qui a occasionné une surpopulation locale. Le haut pourcentage d'ailés observé dans le lot C n'est pas dû au jaunissement des feuilles ; nous avons signalé, page 60, que les *Brevicoryne* élevés sur le Radis devenaient ailés dans une proportion plus importante que ceux qui s'alimentaient de Cresson, de Chou, de Colza, de Navette, de Navet ou de Moutarde ; il en est de même avec *M. persicæ*, ainsi que le montre l'expérience suivante :

b) *Expériences sur des plantes en pot.* — 80 aptères adultes ont été répartis le 27 juin sur un jeune pied de Chou et le même nombre sur les feuilles d'un Radis qui était sur le point de fleurir ; il a été dénombré, entre le 2 et le 6 juillet, 276 aptères et 18 ailés sur le Chou, 224 aptères et 31 ailés sur le Radis.

Le 21 juillet, 650 jeunes larves de *Myzus* ont été réparties sur un pied âgé de Radis mis en plein air dans une cage grillagée ; il a été compté le 27 juillet : 213 aptères et 51 ailés ; une trentaine de ces aptères ont été laissés sur le Radis ; le 5 août, 95 à 98 p. cent de la population aphidienne était constituée par des ailés ou des nymphes.

20 aptères ont été mis sur un pied de Radis le 5 août et tués le 16 août ; ils ont engendré 98 aptères et 20 ailés.

Nous pouvons donc en conclure que la nourriture fournie par des feuilles de Chou coupées depuis plusieurs jours n'entraîne pas l'apparition de formes ailées ; les feuilles de Radis, fraîches ou non, favorisent par contre l'apparition des ailés.

Les résultats des observations faites en 1947 et en 1948 sur des cultures de Pommes de terre ont été mentionnés page 73 ; la maturité des feuilles entraîne incontestablement l'apparition de formes ailées, mais il n'a pas été noté de corrélation positive nette entre la maturité des feuilles et le pourcentage des ailés, l'influence du desséchement des feuilles étant masquée par celle de la surpopulation sur les jeunes feuilles.

c) *Elevage sur des portions de feuilles fortement altérées par les piqûres de Pucerons.* — Des aptères adultes ont été élevés dans des cellules sur l'emplacement occupé quelques jours auparavant par un grand nombre d'autres Pucerons ; la mortalité a été extrêmement forte et tous les Aphides étaient morts le 8e jour après le début de l'expérience ; leur descendance comprenait 100 p. cent d'aptères.

B. — Famine.

Divers expérimentateurs ont remarqué que des Pucerons affamés pendant quelques heures par jour engendraient une forte proportion de descendants ailés.

Miss Gregory (1917) a affamé au cours de l'hiver de jeunes larves (le stade n'est pas précisé) de *Microsiphum destructor* John. pendant 7 h 30 et 8 h par jour et à quatre reprises ; 61 p. cent d'ailés furent

obtenus en moyenne dans leur descendance, contre 23 p. cent chez le témoin. Cependant, une expérience réalisée l'année suivante, pendant l'été, donna des résultats négatifs. Sur les 188 descendants produits par 7 Pucerons affamés pendant 45 h, il y eut seulement 1 ailé, alors qu'il en fut compté 3 chez le témoin. Miss GREGORY a répété l'expérience l'été suivant, en portant le nombre d'heures de jeûne de 45 à 60 : il fut obtenu 30 p. cent d'ailés dans le lot affamé, contre 9,7 p. cent chez le témoin. Les nymphes ont été beaucoup moins sensibles à la famine que les larves aptères : 3 p. cent seulement de la descendance de 5 nymphes affamées furent ailées.

WADLEY (1923) a affamé pendant 7 h 30 par jour des larves et des virginipares aptères de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch. Il a remarqué que le jeûne exerce une action marquée lorsqu'il est appliqué sur des larves avant la seconde mue, mais n'a pas d'action lorsqu'on le fait agir sur des larves plus âgées.

Un gros pourcentage de descendants ailés a été également obtenu en affamant des virginipares aptères pendant 7 h 30 par jour durant les trois jours qui ont suivi la mue imaginale. En outre, les larves qui, bien qu'affamées, devinrent aptères et qui reçurent par la suite une nourriture abondante produisirent beaucoup plus de descendants ailés que les témoins.

ACKERMANN (1926) a affamé des aptères et des ailés de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch pendant 15 à 16 h par jour. Il y eut 58,8 p. cent d'ailés dans la descendance des aptères contre 0 p. cent pour le témoin et 1,4 p. cent d'ailés dans la descendance des ailés contre 2,77 p. cent pour le témoin.

REINHARD (1927) a utilisé *Aphis gossypii* Glover et a affamé des Pucerons aptères et ailés à tous les stades ; 8 à 10 p. cent d'ailés furent notés dans la descendance des aptères affamés à différents stades, contre 0 p. cent dans la descendance des témoins. Les larves et les adultes ailés affamés produisirent très peu d'ailés, 0 p. cent dans la plupart des cas, à l'exception des larves affamées pendant les deux premiers jours après la naissance (10,5 p. cent sur 38 individus).

REINHARD a également affamé des adultes aptères et ailés pendant la période de reproduction, en prenant la précaution de placer les descendants sur des plantes vigoureuses. Il obtint 22,9 p. cent d'ailés parmi la descendance des aptères affamés, contre 2,1 p. cent pour le témoin. Les ailés affamés produisirent seulement 2 ailés sur 107 descendants. Un plus grand pourcentage d'ailés fut obtenu en affamant les aptères pendant la période de croissance.

ACKERMANN a signalé la présence de quatre sortes de globules dans le sang de *Rhopalosiphum prunifoliæ :* deux sont colorés, les uns en vert, les autres en brun, les deux autres sont incolores et se trouvent dans chacune des deux bandes colorées. Les globules incolores des bandes colorées en brun s'accroissent durant le développement de l'Aphide et sont riches en lipides de nature voisine des cires. Les

globules incolores des bandes vertes sont plus petits, mais sont également riches en graisses. Les globules bruns n'existent pas ou sont très rares chez les adultes ailés, alors qu'ils sont abondants chez les adultes aptères, les nymphes et les larves aptères ; ACKERMANN admet qu'il se produit au moment de la mue imaginale une rupture de la membrane entourant les globules bruns, ce qui permettrait la dissolution de ceux-ci dans l'hémolymphe et apporterait à cette dernière un grand nombre de substances nouvelles.

La famine des adultes aptères provoquerait la rupture des globules bruns et leur contenu se répandrait dans l'hémolymphe de la mère, modifierait la composition de celle-ci, et provoquerait l'augmentation du nombre des ailés dans la descendance. Pareil fait ne pourrait se produire chez les Aphides ailés affamés, puisqu'ils renferment très peu de globules bruns.

D'autres expériences ont été faites par WADLEY (1931) avec *Toxoptera graminum* Rond. La famine de jeunes larves issues de parents aptères pendant des périodes de 8, 16 et même 24 h n'augmente pas le nombre des ailés ; par contre, il a été observé un pourcentage important d'ailés dans la descendance de virginipares ailés affamés.

1. Brevicoryne brassicæ. — Avant d'étudier l'influence de la famine sur la production des formes ailées, il était intéressant de déterminer la courbe de mortalité des virginipares aptères et ailés soumis à la famine complète. 100 aptères et 100 ailés adultes depuis moins de 24 h ont été placés dans des boîtes de Pétri renfermant une feuille de papier-filtre légèrement humidifié. L'expérience fut commencée le 28 septembre; la température varia de 14° à 20° (moyenne 16°). Les aptères firent preuve d'une résistance beaucoup plus grande que les ailés (*fig.* 61).

a) INFLUENCE DE LA FAMINE SUR LES VIRGINIPARES ADULTES. — *Expérience n°* 1. — 60 aptères provenant d'élevages faits au laboratoire ont été affamés de 17 h à 9 h 30 pendant trois jours consécutifs. L'expérience a été commencée le 4 octobre ; les Pucerons ont été alimentés pendant trois jours avant d'être affamés. Les larves produites durant ces trois jours, ainsi qu'après les trois périodes de jeûne, ont été élevées à part.

TABLEAU LVII.

Influence d'une famine journalière de 16 h 30 appliquée aux virginipares aptères adultes.

Nombre de périodes de famine journalière de 16 h 30.	Nombre d'adultes	Nature des descendants			
		Aptères	Ailés	Mâles	Femelles
Début expérience	50	211	3	2	0
Après 1re période de jeûne	46	25	0	0	0
— 2e —	41	22	0	0	0
— 3e —	22	133	1	0	0
Témoin	10	152	10	7	1

Il est à noter que la fécondité des aptères affamés a été très fortement réduite après deux périodes de jeûne, la fécondité journalière moyenne ayant été de 0,54 après 16 h 30 de famine et de 0,048 après deux famines de 16 h 30. A l'issue de la troisième période de jeûne, les Pucerons ont été alimentés normalement.

La famine appliquée aux adultes aptères n'a donc nullement

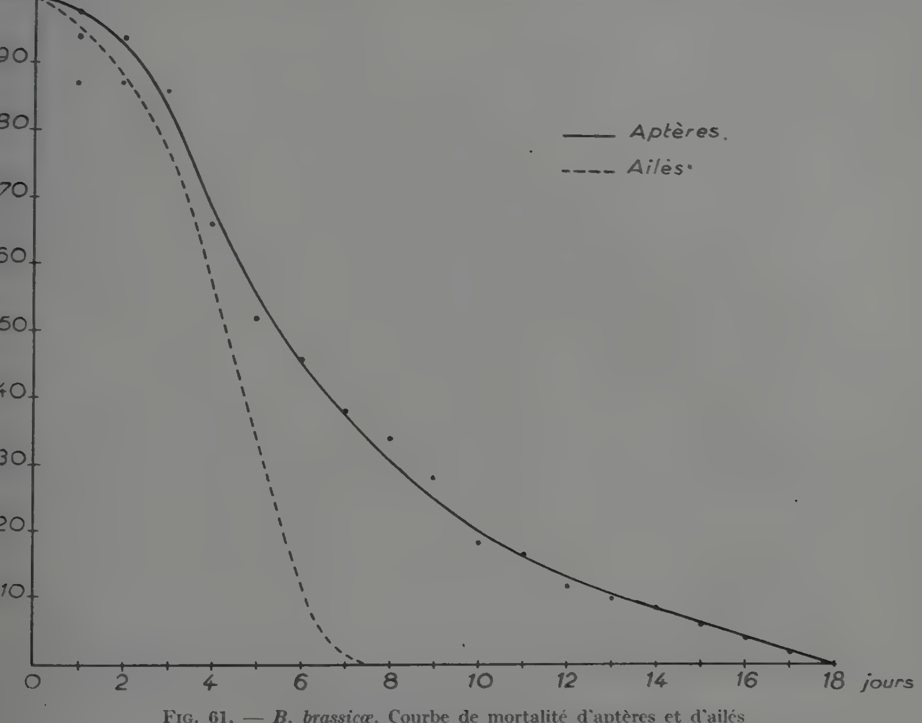


FIG. 61. — *B. brassicæ*. Courbe de mortalité d'aptères et d'ailés soumis à la famine complète (température moyenne de 16°).

provoqué une augmentation de la proportion des ailés dans la descendance, ni favorisé l'apparition des formes sexuées.

SHULL (1928) a affamé des adultes aptères de *Macrosiphum solanifolii* Ashm. pendant 16 h par jour. Deux lots étaient constitués : dans l'un, les Aphides étaient mis à l'obscurité pendant la durée du jeûne ; dans l'autre, ils étaient placés sous une lumière artificielle. Les Pucerons des deux lots étaient transportés à la fin de chaque période de jeûne sur des Pieds de Pommes de terre recevant un éclairage artificiel pendant 8 h par jour. Les résultats obtenus furent très différents : avec les Aphides qui étaient dans l'obscurité pendant la période de famine et qui ne reçurent donc au total que 8 h de lumière

par jour, il fut obtenu 133 ailés contre 28 aptères ; au contraire, pour les Pucerons placés à la lumière artificielle pendant le jeûne et éclairés en permanence, il n'y eut que 46 ailés contre 78 aptères. SHULL en a conclu que la lumière exerce une action directe sur les Aphides et que la famine ne fait qu'accélérer la production des ailés. SHULL a constaté par ailleurs, que les ailés n'apparaissent que 46 à 68 h après l'application d'une durée de lumière favorable à la production des ailés ; en combinant la lumière et la famine, cette durée est réduite à 24 et même 16 h.

Expérience n° 2. — Des aptères, adultes depuis moins de 24 h, ont été affamés pendant 16 h 30 par jour (de 17 à 9 h 30), à une, deux ou trois reprises consécutives, sous trois conditions d'éclairage différentes.

— A l'obscurité : les Pucerons étaient déposés pendant la période de jeûne dans de petites boîtes de Pétri recouvertes d'un cylindre noir ; à la fin de chaque période de jeûne, les survivants étaient transférés à 9 h 30 sur des feuilles de Chou recevant la lumière naturelle ; les Aphides qui devaient être affamés à nouveau étaient replacés à 17 h dans les boîtes de Pétri jusqu'au lendemain matin ;

— A la lumière naturelle : les Pucerons étaient affamés de 17 à 9 h 30 et étaient donc éclairés pendant 7 h 30 ;

— A la lumière permanente (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle) : les adultes et leurs larves ont été ensuite élevés à la lumière naturelle et à la température moyenne de 20°.

Le témoin était constitué par 10 insectes ; l'expérience a été commencée le 17 juin.

TABLEAU LVIII.

Influence de la famine combinée à la lumière appliquées à des aptères (Juin).

Conditions expérimentales		p. cent survivants à la fin de la période de famine	Composition de la descendance	
			1re génération	2e génération
Obscurité permanente.	Famine 1 × 16,30	76	109 A- 8 L	88 A-23 L
	2 × 16,30	64	127 A	129 A
	3 × 16,30	32	30 A	46 A
Lumière naturelle.	Famine 1 × 16,30	72	110 A-12 L	135 A- 9 L
	2 × 16,30	50	34 A- 5 L	38 A
	3 × 16,30	35	18 A	59 A
Lumière permanente.	Famine 1 × 16,30	77	218 A- 9 L	58 A-14 L
	2 × 16,30	56	24 A	33 A
	3 × 16,30	42	75 A	103 A
	Témoin.		91 A	95 A

Comme dans l'expérience n° 1, il n'est observé des ailés que dans les lots affamés une seule fois. Il n'est pas noté de différences appréciables entre les séries soumises à des conditions variées d'éclairage.

Expérience n° 3. — L'essai précédent a été recommencé en décembre, afin de déterminer si les résultats n'étaient pas susceptibles d'être modifiés suivant la saison.

TABLEAU LIX.

Influence de la famine combinée à la lumière appliquées à des aptères et des ailés sur la production de virginipares ailés (Décembre).

Forme des mères	Conditions expérimentales		p. cent de survivants à la fin de la période de famine	Composition de la descendance 1re génération
Aptères.	Obscurité permanente.	Famine 1 × 16,30	98	153 A-1 L
		2 × 16,30	60	139 A-2 L
		3 × 16,30	60	42 A-1 L
	Lumière permanente.	Famine 1 × 16,30	98	85 A-1 L
		2 × 16,30	48	73 A
		3 × 16,30	9	75 A-1 L
Ailés.	Obscurité permanente.	Famine 1 × 16,30	36	100 A
		2 × 16,30	32	96 A
		3 × 16,30	35	52 A
	Lumière permanente.	Famine 1 × 16,30	40	190 A
		2 × 16,30	36	166 A
		3 × 16,30	32	87 A-1 L
	Témoin.			277 A-3 L

La famine appliquée à une, deux ou trois reprises, pendant la période hivernale, n'a donc pas amené la production d'ailés dans la descendance des virginipares aptères et ailés.

b) INFLUENCE DE LA FAMINE SUR LES LARVES. — Quelques essais ont d'abord été faits pour déterminer la résistance à la famine des larves au premier stade. L'un d'entre eux a montré que des larves soumises à un jeûne quotidien de 7 h 30 pendant quatre jours mouraient dans la proportion de 75 p. cent et que les rescapées placées sur des feuilles de Chou ne parvenaient pas au second stade.

Avec une famine de plus faible durée, la mortalité dépend de l'humidité relative pendant la période de jeûne; le minimum se produit à une humidité de 75 p. cent et augmente fortement aux H. R. inférieures ou supérieures à ce chiffre.

Expérience n° 1. — 100 larves âgées de moins de 15 h ont été affamées une fois pendant 7 h 30 à une température de 24° 5 et à une humidité relative de 60 p. cent; 100 autres larves ont été affamées dans les mêmes conditions, mais à une humidité relative de 100 p. cent; dans le premier lot, 20 larves seulement devinrent adultes : elles étaient toutes aptères; 10 de ces dernières engendrèrent à la génération suivante 198 aptères et 2 ailés; il fut obtenu dans le second lot 20 Pucerons, également tous aptères; 10 d'entre eux donnèrent 158 aptères et 4 ailés.

Expérience n° 2. — Dans l'essai relaté page 137, des larves âgées de 12 à 24 h ont été affamées une fois pendant 16 h à des humidités relatives de 20, 80 et 100 p. cent ; l'expérience a été faite en mai et juillet ; le pourcentage d'ailés a été très faible pour tous les lots.

Expérience n° 3. — Elle a été réalisée en automne sur des larves âgées de moins de 24 h qui ont été affamées comme suit :

a) Larves nourries pendant 24 h, puis affamées 24 h, alimentées 24 h, affamées pendant 7 h 30. Sur les 153 larves utilisées, 9 seulement, toutes aptères, devinrent adultes.

b) Larves nourries pendant 24 h, puis affamées 24 h. 8 larves sur 150 parvinrent au dernier stade ; elles étaient toutes aptères.

c) Larves nourries pendant 24 h, puis affamées pendant 7 h 30 à deux reprises en 48 h. 31 larves sur 85 devinrent adultes (toutes aptères).

d) Témoin. 28 larves sur 70 parvinrent au dernier stade (24 aptères, 3 ailés et 1 mâle).

La production des premières larves par les Pucerons des différents lots eut lieu quinze jours après la naissance pour tous les lots, ce qui montre que la famine n'a pas retardé le développement des ovaires.

Il fut conservé 10 Pucerons aptères dans chaque lot, afin de connaître la composition de la 2e génération qui fut élevée dans des conditions normales.

TABLEAU LX.

Influence de la famine appliquée à des larves au 1er stade.

	1re génération				2e génération			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Nombre de mères	9	8	31	28				
Aptères	131	125	295	316	103	118	92	98
Ailés	6	0	9	14	0	0	0	0
Mâles	2	0	0	1				

La famine appliquée à des larves au premier stade n'amène donc pas l'apparition des formes ailées tant chez ces larves que chez leurs descendants ; il est à remarquer que, pour tous les lots, les ailés n'apparurent que parmi les derniers nés, en même temps que les mâles (entre le 2 et le 11 novembre). Nous verrons ultérieurement que le déclenchement de la forme sexuée provoque également l'apparition des formes ailées.

Expérience n° 4. — Elle a été faite en automne en vue de rechercher l'action de la famine combinée à celle de la lumière sur des larves aux premier, deuxième, troisième et quatrième stades. Les larves aux trois premiers stades ont été affamées pendant 7 h 30 par jour à

deux ou trois reprises et celles au quatrième stade à deux reprises pendant 16 h 30.

Il a été prélevé dans chaque lot 8 à 12 aptères qui ont été élevés dans des conditions normales, afin d'étudier l'influence qu'aurait pu éventuellement exercer la famine sur la 2e génération.

TABLEAU LXI.

Action de la famine et de la lumière sur des larves à différents stades (température moyenne 20°)

Stade soumis à la famine	Conditions d'éclairement	Durée de la famine	Nombre de Pucerons au début de l'exp.	Nombre de Pucerons à la fin exp. (1)	1re génération Aptères	1re génération Ailés	2e génération Aptères	2e génération Ailés
1er stade......	Lumière.	2 × 7 h 30	120	21	16	0	245	3
	Obscurité.	2 × 7 h 30	120	18	8	0	178	0
2e stade........	Lumière.	2 × 7 h 30	120	58	45	3	222	4
	Obscurité.	2 × 7 h 30	120	24	19	0	201	0
3e stade	Lumière...	3 × 7 h 30	100	14	10	0	104	0
	Obscurité.	3 × 7 h 30	100	46	15	0	121	1
4e stade	Lumière.	2 × 16 30	100	24	12	0	82	0
	Obscurité.	2 × 16 30	100	38	31	0	75	0
Témoin.......			100	86	68	0	453	0

(1) 5 jours après le début de la période de famine.

Il a été élevé une troisième génération pour les lots où la famine avait été appliquée aux larves des troisième et quatrième stades ; le pourcentage d'ailés a été nul ou insignifiant.

2. Myzus persicæ. — *a)* INFLUENCE DE LA FAMINE SUR LES VIRGINIPARES ADULTES. — *Expérience n° 1.* — Des aptères ont été affamés au début du mois de juillet à une ou deux reprises pendant 16 h. à la lumière artificielle et à l'obscurité ; leur descendance, élevée dans des conditions normales, ne comprenait que des aptères. Il en a été de même avec des ailés affamés dans des conditions identiques.

Expérience n° 2. — Elle a été faite en vue de préciser l'action de la famine combinée à la lumière pendant la période automnale. Des virginipares aptères ont été affamés pendant 16 h 30 à une ou deux reprises, à l'obscurité ou sous une lumière électrique ; l'expérience a été commencée le 21 septembre et a donné les résultats suivants :

Témoin	212 A.
Famine à lumière 1 fois pendant 16 h 30............	276 A. 3 L.
— 2 fois pendant 16 h 30............	101 A.
— à l'obscurité 1 fois pendant 16 h 30..........	119 A.
— — 2 fois pendant 16 h 30..........	265 A. 1 L. 2 I.

Expérience n° 3. — Il apparaît normalement, à la fin du mois de septembre ou au début du mois d'octobre, un grand nombre d'ailés même si l'alimentation est satisfaisante et la surpopulation évitée. Le but de cet essai était de déterminer si la famine était susceptible

d'augmenter le nombre des ailés à cette période particulière du cycle biologique de l'Insecte. Les ailés qui ont été obtenus dans cet essai ont été élevés à part et n'ont engendré que des aptères et des ailés : il ne s'agissait donc pas de sexupares.

Des lots comprenant respectivement 15, 30 et 60 aptères ont été affamés à une, deux ou trois reprises pendant 16 h 30 par jour, les uns à l'obscurité, les autres à la lumière naturelle complétée par l'éclairage artificiel ; ils ont été élevés ensuite, ainsi que leurs larves, dans des conditions normales.

TABLEAU LXII.

Influence de la famine combinée à la lumière sur les aptères adultes (automne).

	Témoin	Obscurité			Lumière		
		1×16.30	2×16.30	3×16.30	1×16.30	2×16.30	3×16.30
Nombre de Pucerons :							
au début de la période de famine..	10	15	30	60	15	30	60
à la fin de la période de famine..		13	23	44	14	19	9
Composition de la descendance	32A 92L	2A.-10L.	63A 73L	12A 86L	3A.-12L.	15A 16L	3A.-15L.
P. cent d'ailés.........	77,7	80,3	52,9	87,7	80,0	51,6	83,3

La famine n'augmente donc pas la proportion des ailés, qu'elle ait lieu à la lumière ou à l'obscurité. Cela se vérifie également avec les lots où les Pucerons ont été affamés trois fois en trois jours ; c'est ainsi que dans le lot où le jeûne a eu lieu à l'obscurité, les Pucerons ont engendré, entre la première et la seconde période de jeûne, 87 ailés et 25 aptères (soit 77,6 p. cent d'ailés), 54 ailés et 59 aptères (soit 47,8 p. cent d'ailés) entre la seconde et la troisième période et 87,7 p. cent d'ailés après la troisième période.

Expérience n° 4. — Les virginipares ailés donnent presque exclusivement naissance à des aptères, sauf en automne où ils peuvent engendrer quelques ailés.

Des virginipares ailés ont été affamés à partir du 5 octobre, à une ou deux reprises, pendant 16 h 30, sous une lumière artificielle ou à l'obscurité ; la composition de leur descendance est mentionnée ci-dessous :

Famine à la lumière :
- 1 fois pendant 16 h 30.................... 114 A. 1 L. 2I
- 2 fois pendant 16 h 30.................... 156 A.

Famine à l'obscurité :
- 1 fois pendant 16 h 30.................... 112 A.
- 2 fois pendant 16 h 30.................... 108 A

b) INFLUENCE DE LA FAMINE SUR LES LARVES. — Nous avons mentionné, page 137, trois expériences où les larves au premier stade ont été affamées une fois pendant 16 h à différentes humidités relatives ; il n'a pas été noté un seul ailé dans les lots placés à une humidité

relative de 80 et 100 p. cent et seulement 2,9 p. cent à une humidité relative de 20 p. cent.

La conclusion qui se dégage de ces diverses expériences est que la famine appliquée aux virginipares aptères, aux virginipares ailés ou aux larves de *M. persicæ* n'entraîne pas l'apparition des ailés.

C. — Action de diverses substances introduites dans les tissus végétaux.

W. T. Clarke (1901) a disposé des rameaux de Rosier dans une série de récipients renfermant du sable humidifié par des solutions de différents sels : soude caustique, phosphate de soude, sulfate de magnésie, chlorure de chaux ; les témoins étaient arrosés avec de l'eau distillée. Il constata que la plupart des Pucerons *(Macrosiphum rosæ)* se développant sur les rameaux arrosés avec la solution de sulfate de magnésie devenaient des virginipares ailés, alors que les rameaux humidifiés avec de l'eau distillée ou les autres solutions ne produisaient que des virginipares aptères. La période de sensibilité à l'action des solutions salines se situerait à la fin de la première mue.

Les expériences de Neils (1912) ont confirmé les résultats obtenus par Clarke ; il a signalé, en outre, que les jeunes Pucerons de *Macrosiphum rosæ* deviennent ailés s'ils piquent, dans les trois jours qui suivent leur naissance, des rameaux de Rosier baignant dans une solution de sulfate de magnésie.

Shinji (1918) a opéré de la même manière que Clarke sur divers Aphides : *M. rosæ*, *Macrosiphum solanifolii* sur *Sonchus*, *Aphis senecio* Swaine sur *Senecio* sp., *Brevicoryne brassicæ* L. sur Moutarde, *Myzus circumflexus* Buckt. sur la Pervenche. Différentes substances ont été utilisées en comparaison avec de l'eau distillée : sulfate de magnésie, citrate de magnésie, potasse caustique, chlorure de potassium, perchlorure d'étain, chlorure de chaux, carbonate de soude, nitrate de magnésium, trichlorure d'antimoine, chlorures de plomb, de zinc et de strontium, sulfate de cuivre, nitrate d'argent, sucre, urée, alcool, acide acétique, tanin, alun, des peptones, etc. La technique expérimentale est indiquée d'une manière très vague ; il semble que les rameaux étaient transplantés tous les trois jours dans un autre récipient renfermant du sable humidifié avec les mêmes solutions ; la température moyenne durant toute la durée des expériences n'est pas mentionnée ; les essais ont été faits du mois d'octobre à la fin du mois de mars. Le bromure et le chlorure de strontium, le chlorure de calcium ont amené le desséchement de l'extrémité des branches de Rosier et la mort des Pucerons.

Les sels de magnésie, d'antimoine, de nickel, d'étain, d'argent, de mercure, de cuivre, de plomb, de zinc, le sucre et l'alcool ont provoqué l'apparition des formes ailées, alors que l'acide acétique, l'alun, le

tanin, les sels de potassium, de sodium et de chaux, l'urée, les peptones ont donné principalement des aptères.

Ces résultats ont été constatés aussi bien pour *M. rosæ* que pour les autres espèces d'Aphides. Cependant, SHINJI a noté une assez grande différence de sensibilité suivant les espèces : *M. rosæ* et *M. euphorbiæ* sont très sensibles à l'action des sels « producteurs d'ailés », alors que *Myzus circumflexus* ne produit jamais 100 p. cent d'ailés avec les substances qui paraissent les plus actives (sucre de canne à 15 p. cent, sulfate de magnésie 0,025 M). Le sulfate de magnésie produit de 80 à 100 p. cent d'ailés chez *Macrosiphum rosæ* à des dilutions de 0,5 à 0,001 M.

MORGAN a analysé des feuilles de Rosier et d'Erable en juin et en octobre ; les feuilles du Rosier renferment 3,61 p. cent de cendres en juin et 3,69 p. cent en octobre ; la différence entre ces deux chiffres, soit 0,541 p. cent, serait, d'après SHINJI, la cause d'une plus grande production d'ailés à cette époque.

Miss HAVILAND (1921) a essayé, sans succès, de produire expérimentalement des virginipares ailés de *Myzus ribis* en plaçant des rameaux de Groseillier porteurs de fondatrices de *Myzus ribis* L. sur du sable imbibé de sulfate de magnésie à m/50 ou en arrosant des pieds de *Lamium purpureum* (hôte secondaire de *Myzus ribis*) avec une solution de sulfate de magnésie à m/20.

MASON (1922), utilisant la technique indiquée par SHINJI, a élevé sur des rameaux de Rosier deux espèces d'Aphides : *Macrosiphum davisi* et *Myzus persicæ ;* le sable était arrosé avec des solutions de sulfate de magnésie à 1 p. cent ou 5 p. cent et les Pucerons étaient transférés tous les trois jours sur de nouveaux rameaux. Bien que les élevages aient été poursuivis pendant trois générations, il ne fut pas constaté une augmentation marquée du nombre de virginipares ailés par rapport aux témoins.

L'élevage de *Rhopalosiphum prunifoliæ* sur des plantules de Blé baignant dans de l'eau additionnée de différents sels n'a pas conduit à la production de formes ailées. Par contre, de jeunes plantes de Blé se développant sur la solution de PFEFFER additionnée de sulfate de magnésie à la concentration m/10 ont amené la production d'un plus grand nombre d'ailés que chez le témoin (WADLEY, 1923).

ACKERMANN (1926) a utilisé également *Rhopalosiphum prunifoliæ* dans une série d'essais effectués avec des solutions de sulfate de magnésie, sulfate de zinc, chlorure d'aluminium, chlorure manganeux, acétate de nickel, sulfate de cuivre, nitrate de potasse, phosphate monopotassique. Le pourcentage d'ailés fut proportionnel à la concentration de la solution en sulfate de magnésie (20-25 p. cent à 0,0005 et 0,0004 M, 40 et 60 p. cent à 0,02 M).

1. **Brevicoryne brassicæ.** — Nous avons d'abord cherché à déterminer l'action des solutions de sulfate de magnésie à différentes concen-

trations sur des feuilles de Chou portant toutes le même nombre de Pucerons au début de l'expérience et placées dans de petites cages. Des solutions à 0,1 M, 0,05 M, 0,025 M et 0,01 M ont été utilisées et les cages ont été mises dans l'étuve à 24° 5.

Avec la solution 0,1 M, la feuille se desséchait très rapidement et il était nécessaire de la changer tous les deux à trois jours pour permettre le développement des Aphides.

Les feuilles placées dans une solution 0,05 M ne devaient être changées que tous les quatre à cinq jours. Avec les solutions 0,025 M et 0,01 M, le flétrissement ne se produisait pas plus rapidement qu'avec les feuilles plongeant dans de l'eau pure.

Les élevages des Pucerons sur des feuilles plongeant dans des solutions de sulfate de magnésie ont été réalisés à la température constante de 24° 5 ou à celle du laboratoire, depuis la fin du mois de janvier 1946 jusqu'à la fin du mois de mars.

Chaque lot était constitué par 10 virginipares aptères provenant de la 20e génération de la souche élevée en lignée pure à la température constante de 24° 5.

La fécondité fut sensiblement la même pour les différentes solutions et le lot-témoin ; la mortalité fut un peu plus élevée avec les solutions 0,1 M et 0,05 M, qui nécessitaient des transports plus fréquents de Pucerons sur des feuilles fraîches. Dans tous les cas, il ne fut obtenu que des virginipares aptères.

Nous avons voulu voir si l'élevage des Pucerons poursuivi pendant plusieurs générations sur des feuilles dont le pétiole était plongé dans une solution de sulfate de magnésie n'aboutissait pas à la production d'un grand nombre de formes ailées, par suite d'une accumulation éventuelle des sels de magnésie dans les tissus des insectes.

Un essai fut commencé le 14 février ; il était composé de quatre lots se différenciant par la composition du liquide dans lequel baignait le pétiole de la feuille : eau pure, eau renfermant 15 p. cent de saccharose, solutions de sulfate de magnésie 0,025 M et 0,01 M. Chaque lot comprenait deux feuilles ; un Puceron virginipare aptère venant de l'insectarium fut placé sur chaque feuille.

L'élevage fut réalisé à la température du laboratoire (température moyenne : 18°).

TABLEAU LXIII.

Action du saccharose et du sulfate de magnésie sur la production des virginipares ailés.

Composition de la solution	1re gén. (14/2-16/3)		2e gén. (4/3-28/3)		3e gén. (28/3-18/4)	
	Nombre de Pucerons	p. cent d'ailés	Nombre de Pucerons	p. cent d'ailés	Nombre de Pucerons	p. cent d'ailés
Eau pure...........	47	0	183	0	193	2,1
Sol. saccharose 15 p. cent	28	0	225	0	58	0
Sol. SO^4Mg 0,025 M .	25	0	177	2,2	70	1,3
Sol. SO^4Mg 0,01 M ..	26	0	172	0	119	0,7

Pour les 2e et 3e générations, 8 à 10 Pucerons adultes provenant de la génération précédente ont été utilisés comme parents.

Le tableau montre que le saccharose ou le sulfate de magnésie ne provoquent pas l'apparition de formes ailées lorsque l'on prend la précaution de changer les feuilles dès qu'elles manifestent un certain degré de dessèchement.

Il est généralement admis que les ions de Mg peuvent diffuser en moins de 24 h dans les cellules des tissus palissadiques et lacuneux des feuilles dont le pétiole plonge dans une solution de ce sel ; les feuilles qui étaient employées pour remplacer celles qui commençaient à se dessécher étaient coupées 24 h avant leur utilisation et leur pétiole était placé dans une solution de sulfate de magnésie ou de sucre.

Les mensurations des aptères dont toute la croissance s'était effectuée sur des feuilles plongeant dans des solutions de saccharose ou de sulfate de magnésie montrent que ce sel provoque une diminution de la taille des insectes :

Eau pure	Min. 2,10	Max. 2,55	Moy. 2,34
Sol. saccharose 15 p. cent.	Min. 2,20	Max. 2,41	Moy. 2,37
Sol. SO_4Mg 0,025 M......	Min. 1,65	Max. 1,95	Moy. 1,86

La mortalité a été beaucoup plus importante avec les solutions de sulfate de magnésie qu'avec l'eau pure ou la solution de saccharose ; elle a été en moyenne de 9,8 p. cent avec l'eau pure, 9 p. cent avec la solution de saccharose à 15 p. cent, 30,3 p. cent avec la solution de SO_4 Mg 0,01 M et 62,5 p. cent avec la solution 0,025 M.

Les feuilles baignant dans de l'eau renfermant 15 p. cent de saccharose perdent leur turgescence en moins de 24 h ; elles ne jaunissent cependant pas plus rapidement que les feuilles placées dans de l'eau magnésienne.

Les Pucerons élevés sur de jeunes feuilles baignant dans une solution de sulfate de magnésie se développent un peu plus lentement que ceux s'alimentant de feuilles dont le pétiole est plongé dans de l'eau pure ou une solution de saccharose ; celle-ci semble accélérer légèrement la croissance des larves.

Eau pure	15,4 $\pm$ 1,2 jours
Sol. SO_4Mg 0,025 M.........................	16,6 $\pm$ 1,0 jours
Sol. SO_4Mg 0,01 M..........................	16,1 $\pm$ 1,0 jours
Sol. saccharose 15 p. cent	14,8 $\pm$ 0,8 jours

On peut donc conclure de ce qui précède que le sulfate de magnésium n'exerce aucune action directe sur l'apparition des ailés chez *B. brassicæ*.

Les résultats concordants obtenus par Clarke, Neils et Shinji avec le sulfate de magnésie sur *Macrosiphum rosæ* pouvaient laisser supposer une sensibilité particulière de cet Aphide à ce sel. Il était donc intéressant de refaire les essais avec cette espèce.

2. Macrosiphum rosæ. — Neils et Shinji ont effectué leurs expériences pendant les mois de septembre, octobre, novembre et

février. Nos premiers essais ont eu lieu du 27 avril au 3 juin et ont été poursuivis pendant cinq générations consécutives; ils comprenaient 10 rameaux de Rosier, ayant chacun un bouton : 5 plongeaient dans de l'eau pure et 5 dans une solution de sulfate de magnésie 0,025 M. 3 virginipares ailés récoltés sur des Rosiers cultivés en plein air ont été placés sur chaque rameau; les quatre générations suivantes ont été constituées par des virginipares aptères.

Les pourcentages d'ailés obtenus dans les cinq générations sont indiqués ci-dessous :

	Eau pure — p. cent	Solution de SO_4Mg — p. cent
1re génération	43	32,4
2e —	58,6	30,8
3e —	19,1	50,8
4e —	23,1	8,9
5e —	41,5	13,9

Les rameaux ne furent pas changés durant le cours de chaque essai et restèrent suffisamment turgescents jusqu'à la fin.

Nous voyons que dans quatre essais sur cinq, il y eut plus d'ailés avec les rameaux baignant dans l'eau pure que dans ceux dont la base était plongée dans une solution de sulfate de magnésie.

Dans tous les cas, cependant, le pourcentage d'ailés fut toujours très important. Les Pucerons adultes et leurs larves gagnaient le sommet du rameau et arrivaient à former des groupements compacts sur le bouton : la production des ailés pouvait donc résulter de la surpopulation. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons procédé, en parallèle avec les deux derniers essais mentionnés précédemment, à des élevages individuels sur des rameaux; il a été obtenu 24 aptères et 0 ailé avec l'eau pure, 20 aptères et 0 ailé avec la solution de sulfate de magnésie 0,025 M.

Les résultats de ces essais ne concordent en rien avec ceux obtenus par Clarke, Neils et Shinji; mais, ainsi que nous l'avons signalé, ces derniers auteurs ont opéré pendant la mauvaise saison, alors que nos expériences ont eu lieu au printemps. Il était donc nécessaire de refaire les essais dans les mêmes conditions à l'automne. Il se pouvait, en effet, que la sève étant plus pauvre en éléments nutritifs, l'action du sulfate de magnésie se fasse sentir d'une façon beaucoup plus nette qu'au printemps.

L'expérience a été commencée le 3 octobre; deux branches de Rosier ont été placées dans une solution 0,025 M de sulfate de magnésie et deux branches dans de l'eau pure. 3 virginipares aptères ont été déposés sur chaque rameau; les quatre rameaux ont été disposés au laboratoire devant la fenêtre et l'expérience a porté sur deux générations.

A la première génération, il a été noté 54,6 p. cent d'ailés avec l'eau pure, 44 p. cent avec la solution de sulfate de magnésie, et à la

seconde, 17,3 p. cent d'ailés avec l'eau pure et 30,5 p. cent avec la solution de sulfate de magnésie ; ce sel ne favorise donc pas plus la production des ailés de *M. rosæ* sur des rameaux récoltés à l'automne que sur ceux prélevés au printemps.

D. — Conclusions.

1. Influence de la maturité et du dessèchement de la plante-hôte. — Le dessèchement ou la maturité des plantes favorisent l'apparition des virginipares ailés, mais leur action propre est beaucoup plus limitée qu'il est généralement reconnu ; il semble qu'elle soit surtout due aux modifications de l'alimentation consécutive à une déshydratation lente des tissus de la plante-hôte. La forte proportion d'ailés que l'on observe sur des plantes dépérissantes est principalement attribuable à la surpopulation qui résulte des déplacements des Pucerons vers les parties encore vivantes de la plante-hôte. Les observations des auteurs (Tannreuther, Börner, Baker et Turner, Davidson, Mason, Marcovitch) qui ont signalé que les ailés étaient plus nombreux sur les rameaux vigoureux que sur les rameaux malingres sont facilement explicables : sur ces derniers, les Pucerons sont peu nombreux et leur fécondité est réduite ; au contraire, les tissus en croissance active attirent les Pucerons et augmentent leur fécondité, ce qui conduit rapidement à la surpopulation. Les larves au premier stade qui sont élevées en groupe pendant trois jours au moins sur l'emplacement préalablement occupé par une colonie deviennent ailées dans une proportion parfois importante. L'influence de la surpopulation est accélérée et renforcée par les altérations des tissus résultant des nombreuses piqûres dont ils sont l'objet.

Le pourcentage des formes ailées peut varier, à densité égale de population, dans des proportions sensibles suivant l'espèce de plante-hôte : le Radis favorise la production des virginipares ailés de *B. brassicæ* et *M. persicæ*.

2. Influence de la famine. — La famine appliquée à des aptères adultes de *B. brassicæ* augmente très faiblement le pourcentage des ailés dans la descendance de ce Puceron ; dans presque tous nos essais, un seul jeûne d'une durée de 16 h 30 ou de 24 h a favorisé la production d'un pourcentage d'ailés plus important que deux ou trois jeûnes consécutifs de 16 h 30 ou de 24 h. Les virginipares aptères ou ailés de *M. persicæ* affamés ne donnent pas plus d'ailés que les témoins.

Les larves affamées de *B. brassicæ* ou de *M. persicæ* ne deviennent pas ailées et ne produisent pas d'ailés.

3. Action des solutions salines. — Les essais effectués avec *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *M. rosæ* ne confirment pas les travaux de Neils, de Clarke et de Shinji. Les Pucerons élevés sur des rameaux baignant dans des solutions de saccharose ou de sulfate de

magnésie à diverses concentrations n'engendrent pas plus d'ailés que le témoin si l'on change les rameaux dès qu'ils commencent à se flétrir. Si l'on ne prend pas cette précaution, le sulfate de magnésie peut favoriser, d'une manière indirecte, la production des formes ailées, soit en hâtant le dessèchement des tissus végetaux, soit en amenant les insectes à s'amasser sur les parties encore vivantes de la plante, ce qui aboutit à une surpopulation locale.

IX. — EFFET DE GROUPE

DAVIDSON (1914, 1921, 1922) a signalé qu'un pourcentage plus élevé de formes ailées est noté sur les plantes fortement infestées par *Aphis fabæ* que sur celles qui le sont peu.

BAKER et TURNER (1916) sont d'un avis opposé à celui de DAVIDSON : opérant avec *Aphis pomi* L., ils ont remarqué que l'apparition des ailés ne se produit nullement en relation avec la surpopulation. Ils n'ont jamais observé d'ailés sur des rameaux malingres, alors qu'il en apparaissait fréquemment sur des rameaux vigoureux et ayant une faible densité d'Aphides.

ACKERMANN (1926) a élevé en surpopulation des virginipares aptères ou ailés de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch. La descendance des virginipares aptères comprenait 0 p. cent d'ailés chez le témoin et 34 p. cent pour le lot en surpopulation ; celle des ailés était de 2,77 p. cent d'ailés pour le témoin contre 6 p. cent pour les Pucerons en surpopulation.

La surpopulation entraîne, d'après REINHARD (1927), l'apparition d'un pourcentage élevé d'ailés chez le Puceron du Coton (*Aphis gossypii* Glover). Dans un élevage où les Aphides étaient en surpopulation, REINHARD a obtenu 221 ailés sur 438 Pucerons, soit une proportion d'un peu plus de 50 p. cent, alors que seulement 5 ailés sont apparus sur 243 individus se développant sur des pieds où la surpopulation avait été évitée.

L'influence de la surpopulation sur l'apparition des ailés a été niée par RIVNAY (1937) : il a élevé comparativement 25 larves au premier stade réparties sur cinq branches et 25 larves entassées sur une longueur de 3 cm d'une brindille de *Citrus ;* il ne fut obtenu aucun ailé dans les deux cas. Dans une autre expérience, RIVNAY a élevé 50 larves au premier stade sur un espace de 2 cm et 50 sur un espace de 5 cm ; il a obtenu 9 p. cent d'ailés dans le premier cas et 44 p. cent dans le second.

SCHAEFFER (1938) a élevé, sur des pois de tailles diverses, un nombre différent de *Macrosiphum pisi* Kalt. (6, 12 et 20 Pucerons par plante) et a constaté qu'il existe une corrélation positive beaucoup

plus élevée entre le pourcentage des formes ailées et la petite taille de la plante-hôte qu'avec celui de l'importance de la population.

S. M. Smith (1937) n'a pas observé de corrélation positive entre la surpopulation et l'apparition des ailés chez *Hyalopterus pruni* de Geer.

Certaines espèces d'Aphides se disséminent sur toute la surface de la plante-hôte, alors que d'autres paraissent manifester un instinct grégaire assez marqué et se rassemblent en groupes dont l'importance peut varier de quelques individus à plusieurs centaines. Le Puceron gris du Pêcher appartient à la première catégorie, alors que le Puceron



Fig. 62. — *M. persicæ*. **Interattraction entre les virginipares aptères et leurs larves ; position des adultes et des larves, le 25 mai, le 28 mai et le 1er juin.**

cendré du Chou peut être considéré comme un exemple typique de la seconde.

L'étude de l'interattraction chez les Pucerons aptères et leurs larves a été faite de la manière suivante : sur de jeunes feuilles de Chou d'une surface moyenne de 60 cm^2, il a été réparti régulièrement, à la face inférieure de la feuille, 20 aptères de *B. brassicæ* ou de *M. persicæ*. Les feuilles ont été placées dans une cage à large ouverture ; tous les jours ou tous les deux jours, l'emplacement des adultes et des larves était noté sur un dessin reproduisant le contour des feuilles et les nervures principales ; la position des larves pouvait être facilement repérée par l'emploi d'une feuille de matière plastique transparente portant un quadrillage centimétrique. Les déplacements des adultes et des larves, ainsi que le mode d'extension des colonies, ont ainsi pu être suivis de façon précise. La température pendant toute la durée de l'expérience a été de 19° 5.

Les aptères adultes de *M. persicæ* se sont peu déplacés sur les

feuilles de Chou (*fig.* 62) : les jeunes larves sont restées auprès de leur mère pendant 24 à 72 h ; elles ont été lentement repoussées vers l'extérieur par leurs jeunes sœurs, puis se sont réparties d'une façon assez régulière à la surface de la feuille.

Les aptères de *B. brassicæ* se sont rarement déplacés ; au contraire de ce qui a eu lieu pour *M. persicæ*, les larves sont restées étroitement groupées autour de leur mère, non seulement dans les deux ou trois jours qui ont suivi leur naissance, mais pendant la majeure partie de leur existence larvaire (*fig.* 63). Dans des essais réalisés sur des

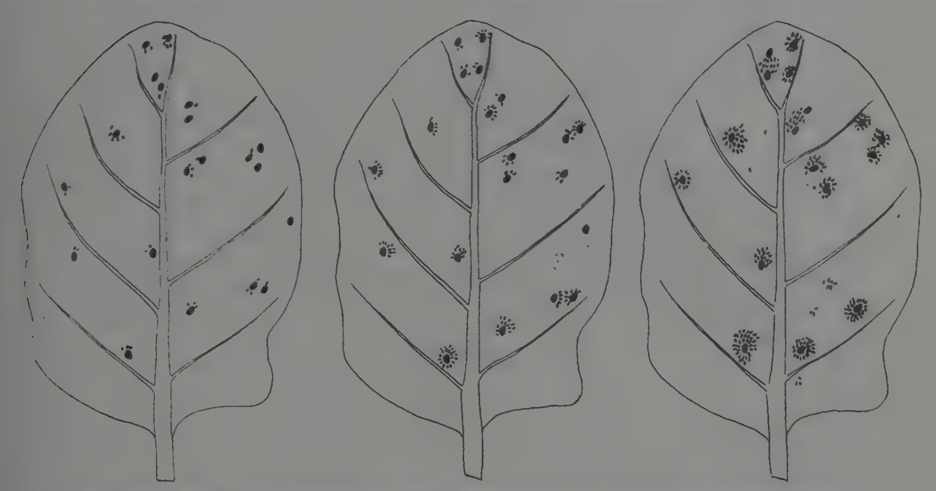


Fig. 63. — *B. brassicæ*. Interattraction entre les virginipares aptères et leurs larves ; position des adultes et des larves le 25 mai, le 28 mai et le 1er juin.

Choux en pot et par des observations faites en plein air, nous avons constaté que ces larves se maintiennent auprès de leur mère après la mue imaginale et engendrent à leur tour des larves qui demeurent également en contact étroit avec leur mère. Il se constitue progressivement de cette manière des colonies de plus en plus importantes, qui arrivent à recouvrir presque complètement la majeure partie de la face inférieure des feuilles.

La différence de comportement des deux espèces a pu être chiffrée et représentée graphiquement par la détermination de deux valeurs : la densité moyenne et la densité locale de la population. La *densité moyenne* d'Aphides indique le nombre moyen de larves par cm². Il a été employé 20 aptères pour chaque feuille d'une surface de 60 ± 3 cm² ; la densité moyenne est donc fonction de la fécondité et de la mortalité des géniteurs (les lots où des mères sont mortes en trop grand nombre avant la fin de l'essai ayant été éliminés, le premier facteur intervient à peu près seul). La *densité locale* a été calculée par le décompte de tous les groupements de larves comprenant au moins

2 larves pour 0,25 cm² (carré de 5 mm de côté). A la date du 1er juin, les larves de *Myzus* aux troisième et quatrième stades et quelques larves au deuxième stade étaient régulièrement réparties sur la quasi-totalité de la surface de la feuille, alors que pour *B. brassicæ* un vingtième seulement en moyenne de la surface de la feuille présentait des groupements d'au moins 2 individus pour 0,25 cm².

La fécondité des *Myzus* ayant été 3,5 fois celle des *Brevicoryne*, la densité moyenne de *Myzus* a été également 3,5 fois plus forte que pour *Brevicoryne*. Les fluctuations présentées par la densité locale pour les deux espèces diffèrent de façon notable ; le 25 mai, c'est-à-dire 24 h après le début de l'expérience, la densité locale était sensiblement la même pour les deux espèces, les larves étant toutes âgées de moins de 24 h et restant groupées autour de leur mère. Le 28 mai, les larves de *Brevicoryne* nées du 24 au 25 mai étaient encore dans le voisinage immédiat de leur mère et entouraient des larves plus jeunes, ce qui a augmenté considérablement le chiffre de la densité locale ; il n'en a pas été de même pour *M. persicæ :* la plupart des larves âgées de 3,5 à 4 jours se sont réparties sur la feuille et il ne restait auprès des aptères adultes que les jeunes larves. Les écarts entre les densités locales des deux espèces étaient encore plus accusés le 1er juin, la densité locale de la population de *B. brassicæ* étant quatre fois plus forte que celle de *M. persicæ*.

TABLEAU LXIV.

Densités de la population moyenne et locale des larves de Myzus persicæ et de B. brassicæ.

Dates des observations	*Myzus persicæ*			*Brevicoryne brassicæ*		
	densité moyenne	densité locale	d. locale / d. moyenne	densité moyenne	densité locale	d. locale / d. moyenne
25 mai	1,6	17,2	10,7	0,9	16,6	18,4
28 mai	6,4	18,2	2,8	2,1	35,2	16,7
1er juin	14,0	15,1	1,07	3,9	61,8	15,8

L'examen du tableau et du graphique nº 64 montre que, par suite de la dispersion des larves âgées de *M. persicæ*, la densité moyenne tend à égaler la densité locale dès le 1er juin, soit le 9e jour après le début de l'expérience. Ce fait peut être illustré par le rapport de la densité locale à la densité moyenne, qui passe de 10 au début de l'expérience à 1 à la fin de celle-ci pour *M. persicæ*, alors qu'il ne varie que de 18 à 15 pour *B. brassicæ ;* il montre d'une manière particulièrement nette le degré d'interattraction qui paraît exister entre la mère et les larves de *B. brassicæ*.

Le groupement des larves de *B. brassicæ* à tous les stades et des jeunes larves de *M. persicæ* autour de leur mère pouvait résulter

soit d'une interattraction entre le Puceron adulte et ses descendants, soit d'une interattraction entre les larves, soit enfin d'une combinaison des deux.

Afin de préciser cette question, de nouvelles expériences ont été

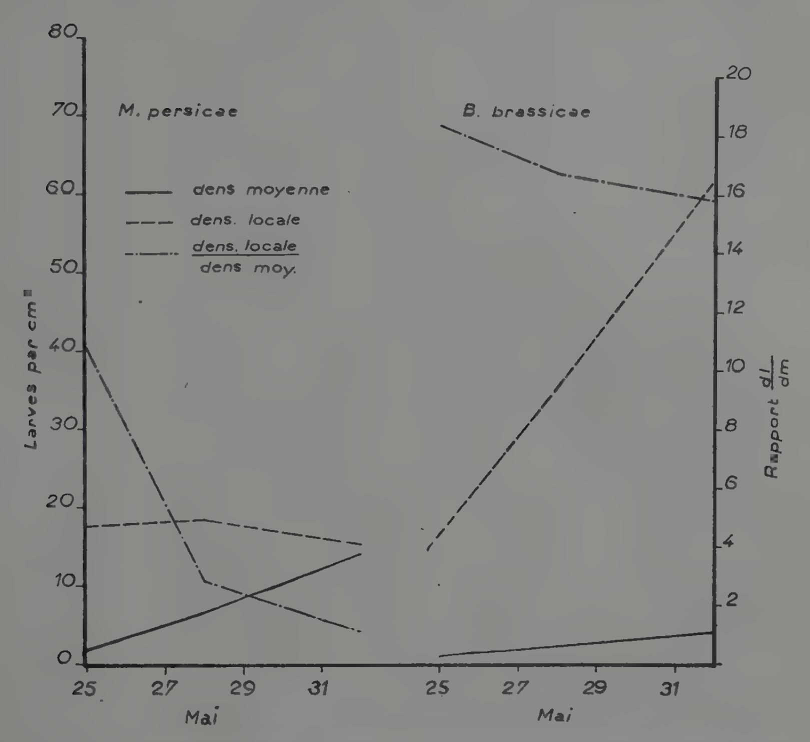


Fig. 64. — Densité moyenne, densité locale et rapport dens. locale/dens. moyenne des larves de *M. persicæ* et de *B. brassicæ*.

faites suivant la même méthode avec des larves aux premier et troisième stades, ainsi qu'avec des adultes aptères des deux espèces.

L'essai a été commencé dans la seconde quinzaine de septembre; la température moyenne a été de 22°. Les insectes ont été répartis d'une manière aussi uniforme que possible sur la face inférieure de jeunes feuilles de Chou, à raison de 150 larves au premier stade, 100 larves au troisième stade et 100 adultes de *B. brassicæ* pour une surface moyenne de 50 cm²; la mortalité des *Myzus* étant généralement plus faible que celle des *Brevicoryne*, il a été utilisé, pour la même surface foliaire, 100 à 110 larves au premier stade, 90 larves au troisième stade et 60 à 70 adultes.

TABLEAU LXV.

Densités de population moyenne et locale de larves aux 1er et 3e stades et d'adultes aptères de Myzus persicæ et de B. brassicæ.

Dates des observations	Stade	*M. persicæ*			*B. brassicæ*		
		densité moyenne	densité locale	d. locale / d. moyenne	densité moyenne	densité locale	d. locale / d. moyenne
1er jour	1er stade.	2,01			3,05		
2e —		1,96	12,0	6,1	2,70	17,8	6,5
4e —		1,90	11,5	6,0	2,66	17,4	6,5
1er jour	3e stade.	2,07			1,96		
2e —		1,75	10,0	5,7	1,44	12,3	8,5
3e —		1,66	10,0	6,0	1,12	7,9	6,1
1er jour	Adulte.	1,29			2,25		
2e —		1,14	9,6	8,4	1,61	11,3	7,0
3e —		1,14	8,7	7,6	1,01	7,3	7,2

L'examen de ce tableau montre qu'*il n'existe pas, entre les insectes au même stade, d'interattraction plus marquée chez B. brassicæ que chez M. persicæ tant que la densité de population n'est pas très élevée.*

L'interattraction est assez forte entre les aptères de *M. persicæ* et leurs larves jusqu'au deuxième stade ; à la fin de ce stade ou au début du troisième, et lorsque la densité est forte, les larves se déplacent de manière à utiliser au maximum toute la surface disponible ; les larves plus jeunes restent groupées autour de leur mère et s'éloignent à leur tour ; il en résulte une diminution progressive de la densité locale qui tend à égaliser la densité moyenne, ainsi que le montrent le tableau LXV et le graphique nº 64 ; la diminution de la fécondité des aptères avec l'âge y contribue également, puisque la proportion de jeunes larves devient de plus en plus faible.

Au contraire, chez *B. brassicæ*, l'interattraction entre les aptères et leurs larves paraît persister jusqu'à la mue imaginale de ces dernières et même au-delà ; il résulte de l'expérience mentionnée au tableau LXVI que cela n'est pas dû à l'interattraction entre les larves, puisque celle-ci est identique à celles que manifestent les larves de *M. persicæ* parvenues au même stade. Elle n'est en fait que la conséquence d'une certaine inertie dont font preuve les *B. brassicæ* et de leur aptitude à supporter une densité locale extrêmement élevée ; à ce point de vue, la densité maximum s'observe au printemps sur les hampes florales de Colza, où les Pucerons arrivent à être presque perpendiculaires au substratum.

Les larves et les adultes de *B. brassicæ*, qui sont groupés en colonies denses sur les feuilles de Chou ou les hampes florales de Crucifères, font preuve de certains mouvements de « foule ». Un Puceron situé sur le bord de la colonie élève la partie postérieure du corps en agitant les pattes postérieures et en prenant appui sur les pattes antérieures et moyennes ; cette attitude, imitée par ses voisins immédiats, communique à toute la colonie un mouvement ondulatoire ; ceci se produit

très rapidement et peut se répéter en moins d'une seconde. Pendant quelques secondes, c'est généralement le même Puceron qui sert de tête de file, puis il est remplacé par un autre situé également sur le bord de la colonie. Tous les Pucerons peuvent participer à ce mouvement, ou seulement un certain nombre d'entre eux.

A. — **Brevicoryne brassicæ.**

Les numérations de Pucerons aptères et ailés effectuées depuis le début du printemps jusqu'à l'hiver sur des Choux ou des Colzas en plein air ont montré que les ailés sont particulièrement nombreux à deux époques de l'année : en juin sur les hampes florales de Colza ou de Chou et en octobre sur les feuilles de Chou.

Les ailés peuvent cependant apparaître en grand nombre au début de l'hiver lorsque la température est anormalement douce; l'observation suivante a été faite le 3 décembre 1946 sur une vigoureuse hampe florale de Colza provenant de « repousses » de Colza d'hiver. L'extrémité de cette hampe florale était presque entièrement recouverte d'une forte colonie de Pucerons sur une longueur de 18 cm; par suite de l'action de deux larves de Syrphes, deux étroites bandes larges d'environ 10 mm n'avaient plus de Pucerons et divisaient la portion de tige parasitée en trois parties sensiblement égales. Les jeunes Pucerons provenant des trois tronçons ont été élevés au laboratoire sur des feuilles de Chou jusqu'à ce qu'ils deviennent adultes. La colonie ne renfermait aucune forme sexuée, mais les trois lots différaient notablement quant à la proportion des formes ailées : le tiers supérieur comprenait 120 ailés et 30 aptères, soit 80 p. cent d'ailés; le tiers moyen, 40 ailés et 60 aptères, soit 40 p. cent d'ailés; et le tiers inférieur, 10 ailés pour 50 aptères, soit 16,6 p. cent d'ailés. Les divers lots ont été soumis aux mêmes conditions de température, d'humidité et de lumière; apparemment, seule la nature de la nourriture a différé quelque peu. Nous avons signalé que les virginipares aptères se portent toujours à l'extrémité des rameaux floraux; au fur et à mesure que la colonie augmente d'importance, elle s'étend progressivement le long de la tige. Il en résulte que la population aphidienne est beaucoup plus dense à l'extrémité supérieure de la colonie qu'à la base.

Le haut pourcentage d'ailés noté à la partie supérieure de l'inflorescence ne peut, dans ces conditions, être attribué à la température ou à la lumière qui étaient toutes les deux bien inférieures à celles existant aux époques normales d'apparition des ailés (juin ou octobre) : il est plus vraisemblable de l'attribuer à une alimentation déficiente ou à une trop grande densité d'Aphides. Il ne semble pas que l'alimentation joue un rôle important en l'occurence, car la hampe florale était vigoureuse et ses tissus en pleine croissance.

Ces faits permettaient de supposer que la surpopulation, en dehors de toute action de la sous-alimentation, pouvait entraîner la production d'un pourcentage important d'ailés.

1. Surpopulation naturelle et expérimentale. — Une expérience préliminaire a été faite en vue d'essayer d'obtenir d'une manière artificielle un pourcentage d'ailés aussi élevé qu'en plein air. Elle comprenait quatre lots de Pucerons : les deux premiers (lots 1 et 2) étaient constitués par 18 et 10 virginipares aptères dont tout le développement larvaire s'était effectué dans des conditions de surpopulation à l'intérieur de cellules ; les deux autres lots (nos 3 et 4) comprenaient chacun 10 virginipares aptères prélevés parmi les membres de deux fortes colonies dont toute la croissance s'était faite en plein air sur des feuilles de Chou.

Les Pucerons de chaque lot ont été, dès leur maturité, élevés avec leur descendance sur une feuille de Chou coupée qui était changée dès qu'elle commençait à se flétrir ; les larves ont donc pu se maintenir en contact étroit avec leur mère pendant un temps variable ; elles ont été enlevées et comptées dès qu'elles atteignaient le quatrième stade larvaire.

L'expérience a été commencée le 24 juillet ; les cages d'élevage ont toutes été placées près de la fenêtre du laboratoire et la température moyenne a été de 20-22°.

TABLEAU LXVI.

Composition de la descendance de virginipares aptères élevés en surpopulation.

Nombre de jours après la mue imaginale	Lot 1		Lot 2		Lot 3		Lot 4		Totaux		p. cent d'ailés
	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	
1	15	0	5	3	0	19	1	12	21	34	38
3	10	38	3	3	6	6	4	25	23	72	24
5	53	31	9	18	0	10	1	8	63	67	48
7	38	23	6	10	1	8	1	6	46	47	49
9	7	6	5	12	3	30	4	13	19	61	21
11	31	34	1	7	2	22	1	32	35	95	25
13	1	37	7	8	0	40	11	38	19	123	13
15	0	5	4	5	10	17	4	14	18	41	32
17	0	2	1	3	19	26	18	29	38	60	39
19	0	1	0	4	1	21	9	17	10	43	18
21	0	2	0	6	2	11	3	19	5	38	11
23	0	3	1	5	1	4	6	29	8	41	16
25			0	2	0	8	0	15	0	25	0
27			0	6			0	3	0	9	0
29			0	10			0	11	0	21	0
31			0	4			0	10	0	14	0
33			0	2			0	7	0	9	0
35							0	4	0	4	0
	155	182	42	108	45	222	63	292	305	804	
P. cent d'ailés	45		28		16		17		27,5		

Il a donc été obtenu 45 et 28 p. cent d'ailés pour les lots 1 et 2 (surpopulation artificielle), contre 16 et 17 p. cent pour les lots 3 et 4 (surpopulation naturelle) : la surpopulation artificielle a entraîné un pourcentage d'ailés plus important que la surpopulation naturelle.

2. Détermination du stade sensible à l'action de la surpopulation. — L'expérience précédente ayant montré que l'on

pouvait d'obtenir une proportion importante d'ailés en plaçant les Pucerons dans des conditions de surpopulation artificielle, il était dès lors possible d'étudier d'une manière plus précise les modalités d'action de ce facteur et, notamment, de déterminer le ou les stades sensibles à l'action de la surpopulation.

La phase sensible pouvait être, en ce qui concerne les virginipares aptères :

a) L'adulte ;

b) Les premier, deuxième, troisième et quatrième stades larvaires ou une période portant sur plusieurs stades ;

c) L'adulte et ses larves jusqu'aux deuxième ou troisième stade larvaire.

La surpopulation a été obtenue de deux façons : en plaçant les Pucerons dans des cellules circulaires de 6 ou de 12 mm de diamètre ou en déposant les insectes sur une surface foliaire réduite à 1 ou 2 cm^2, afin qu'ils soient obligés de se développer ou de se reproduire en contact étroit avec leurs congénères. Il était nécessaire d'éliminer, au moins partiellement, l'influence de l'alimentation déficiente due à l'accumulation des Aphides sur un espace restreint ; on a pu y parvenir en transportant à des intervalles réguliers la cellule et les Pucerons qu'elle renfermait sur une feuille fraîchement coupée.

a) Influence de la surpopulation sur les aptères adultes. — L'expérience comportait trois séries :

La première était constituée par trois cellules A, B et C de 12 mm de diamètre, dans chacune desquelles 20 jeunes aptères adultes ont été déposés. Tous les deux jours, les cages étaient déplacées et les larves élevées à part.

Il a été fait sept transferts de cellules ; la nature des larves nées pendant les deux premiers jours est mentionnée dans la colonne 1, celles des larves nées du 2e au 4e jour dans la colonne 2, etc.

La seconde série comprenait quatre cellules renfermant chacune 5 jeunes aptères adultes ; les opérations de transfert ont été réalisées comme pour la première série.

Enfin, la troisième série était faite en vue de déterminer l'influence que pourrait éventuellement avoir un épuisement des cellules de la feuille par les piqûres des Pucerons. Après l'enlèvement des cellules A, B et C, il a été mis, sur l'emplacement occupé par les cages, trois autres cellules renfermant chacune 40 jeunes larves au premier stade ; les cages ont été laissées en place pendant trois jours, puis les survivants ont été transportés sur des feuilles coupées (3e série) ; à ce moment, l'emplacement occupé par les cages était nettement jaune.

L'expérience a été faite au laboratoire (température moyenne : 22° ± 4° ; H. R. : 80-90 p. cent) ; elle a été commencée le 3 juin et terminée le 28 juin.

Tableau LXVII.

Influence de la surpopulation sur les adultes aptères (transfert des pucerons tous les deux jours).

Désignation des cellules	Dates des numérations, nombre de mères survivantes et composition des lots														Totaux	p. cent ailés
	1 13/6		2 15/6		3 17/6		4 19/6		5 21/6		6 23/6		7 25/6			
1re série A...	20	49A 0L	16	30A 3L	11	20A 2L	11	19A 0L	9	14A 0L	3	3 A 0 L	0		135A 5L	
— B...	20	33A 0L	14	18A 2L	14	28A 1L	14	34A 8L	13	26A 4L	6	14 A 0 L	3	6A 0 L	159A 15 L	
— C...	20	8A 0L	18	48A 7L	12	29A 1L	9	19A 4L	8	17A 0L	6	6 A 0 L	2	1A 0 L	128A 12 L	
Totaux ...		90A 0L		96A 12L		77A 4L		72A 12L		57A 4L		23A 0L		7A 0 L	422A 32 L	7,0
2e série D....	5	8A 0L	5	3A 0L	4	4A 0L	4	3A 0L	2	7A 0L	1	1 A 0 L			26A 0 L	
— E ...	5	13A 1L	4	18A 0L	3	4A 0L	3	9A 0L	3	2A 0L					46A 1 L	
— F ...	5	9A 0L	5	10A 0L	4	3A 0L	4	2A 0L	0						24A 0 L	
— G ...	5	8A 0L	5	3A 0L	5	3A 0L	2	3A 0L	1	1A 0L					18A 0 L	
Totaux ...		38A 1L		34 A 0L		14A 0L		17A 0L		10A 0L		1 A 0 L			114A 1 L	0,8
3e série A ...				9A 1L											9A 1 L	
— B ...				9A 0L											9A 0 L	
— C ...				1A 0L											1A 0 L	
Totaux ...				19A 1L											19A 1 L	5,0

Les différences existant entre les pourcentages d'ailés obtenus dans les séries 1 et 2 sont assez nettes. Les lots A, B ou C comprenaient, au début de l'expérience, autant de mères que les quatre lots réunis de la seconde série ; le nombre total des descendants obtenus dans cette dernière est légèrement inférieur à celui qui a été noté pour l'un des lots A, B ou C, mais le pourcentage d'ailés est plus réduit. On ne peut pas invoquer des conditions générales d'existence beaucoup plus difficiles dans la première série que dans la seconde, puisque la mortalité des adultes a été sensiblement la même dans les deux cas.

Les ailés sont particulièrement nombreux pendant la première moitié de la période de reproduction de leurs mères, ce qui confirme la remarque faite page 106. L'examen de la première série du tableau précédent révèle que les pourcentages élevés d'ailés se produisent pendant les neuf premiers jours de l'expérience, période durant laquelle il est produit 335 aptères et 28 ailés, soit 7,7 p. cent d'ailés, alors que pendant les six jours suivants, il est compté 87 aptères et 4 ailés, soit 4,5 p. cent d'ailés.

Ce fait peut être attribué :

1° A la diminution progressive du nombre des géniteurs dans les cellules, ce qui entraîne une réduction de la densité de la population ;

2° A la très forte action de la surpopulation sur les larves au début de l'expérience, par suite de la grande fécondité des mères dans les jours qui suivent la mue imaginale ;

3° A l'influence de l'âge des parents ;

4° Au fait que la surpopulation appliquée aux mères n'agit que pendant 5 à 6 jours dans le cas présent.

Nous avons fait une nouvelle expérience en mettant 20 adultes par cellule et en changeant chaque jour l'emplacement de cette dernière,

afin que les Pucerons soient alimentés dans les meilleures conditions.

L'expérience comprenait trois lots : le premier lot, ou témoin, était constitué par 20 aptères élevés sur des feuilles coupées. Le second comprenait cinq cellules numérotées A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, renfermant chacune 20 aptères au début de l'expérience; les larves nées dans chaque cellule étaient transportées sur des feuilles coupées et élevées séparément. De cette manière, les larves ne restaient au contact de leurs parents que pendant moins de 24 h. Enfin, le troisième lot était constitué par deux cellules B_1 et B_2, renfermant 25 aptères, qui étaient élevés le premier jour sur une feuille coupée, le second dans une cellule, le troisième sur une feuille coupée et ainsi de suite. Les larves produites étaient également élevées séparément.

TABLEAU LXVIII.

Influence de la surpopulation sur les adultes aptères (transfert tous les jours).

Nature des descendants	Témoin	Lot A					Lot B	
		1	2	3	4	5	1	2
Aptères	220	94	170	171	169	86	492	459
Ailés	0	0	0	2	3	0	18	24
P. cent d'ailés.....	0	0,7					4,2	

Le pourcentage d'ailés a été extrêmement faible, surtout dans le lot A. La fécondité moyenne a été beaucoup plus importante dans le lot B que dans le lot A, bien que la mortalité des mères ait été sensiblement la même dans les deux lots.

Ces expériences (tableaux LXVII et LXVIII montrent que la surpopulation appliquée aux aptères adultes et à leurs larves entraîne la production d'un pourcentage très faible d'ailés lorsque les larves sont soumises à son action pendant 24 h au maximum (4,2 p. cent); elle est un peu plus élevée lorsque les larves restent en contact avec leurs mères pendant 1 à 48 h (7 p. cent); il était par conséquent possible que la surpopulation entraînât l'apparition d'un grand nombre d'ailés lorsqu'elle était appliquée pendant 48 h au moins sur de jeunes larves.

b) INFLUENCE DE LA SURPOPULATION SUR LES LARVES. — *Expérience n° 1.* — Elle a été faite en décembre avec des larves âgées de moins de 24 h de la lignée 1945 (voir chap. XIII-A), qui ont été placées dans des cellules de 6 mm de diamètre, à raison de 50 larves par élément. Ces larves ont été maintenues en surpopulation pendant 48 h (lot A), 5 jours (jusqu'au troisième stade, lot B) ou 9 jours (jusqu'au quatrième stade, lot C) et réparties ensuite sur des feuilles de Chou. Le témoin T était constitué par des larves qui ont été dispersées sur des feuilles de Chou moins de 24 h après leur naissance.

Des aptères obtenus dans chacun de ces lots ont été élevés en non-surpopulation, afin de connaître la composition de la seconde génération.

TABLEAU LXIX.

Influence de différentes conditions de surpopulation appliquées à des larves sur l'apparition des ailés.

Générations	Composition de la descendance et p. cent d'ailés			
	A	B	C	T
1re	36 A-0 L. 0 p. cent	155 A- 0 L. 0 p. cent	33 A-2 L. 5,7 p. cent	50 A-0 L. 0 p. cent
2e	278 A-0 L. 0 p. cent	588 A-15 L. 2,4 p. cent	275 A-4 L. 1,4 p. cent	230 A-0 L. 0 p. cent

Aucune des larves mises en surpopulation pendant 2 à 5 jours ne s'est transformée en ailé et n'a engendré d'ailés; un pourcentage réduit d'ailés a été obtenu avec les larves laissées en surpopulation pendant toute leur vie larvaire.

Expérience n° 2. — Une seconde expérience a été faite en janvier; 650 aptères obtenus par des élevages où la surpopulation avait été soigneusement évitée pendant toute leur croissance ont été éparpillés, dès leur mue imaginale, sur de grandes feuilles de Chou disposées horizontalement et dont le pétiole plongeait dans de l'eau. Les larves nées dans les 24 h après le début de l'expérience ont été réparties en trois lots suivant leur position par rapport à leur mère :

a) Larves éloignées d'au moins 5 mm de leur mère;
b) Larves situées de 1 à 5 mm de leur mère;
c) Larves se trouvant au contact de leur mère.

Cette opération a été poursuivie pendant 12 jours, afin de pouvoir opérer sur un grand nombre de larves. Les larves, qui étaient donc âgées de 0 à 24 h, ont été maintenues, jusqu'au troisième stade larvaire, dans des cellules (65 larves par élément) qui étaient transférées tous les 3 jours sur des feuilles fraîches.

Les résultats ont été les suivants :
Lot A : 535 aptères, 1 ailé; 0,18 p. cent d'ailés.
Lot B : 561 aptères, 1 ailé; 0,17 p. cent d'ailés.
Lot C : 1.211 aptères, 14 ailés; 1,14 p. cent d'ailés.

Le pourcentage d'ailés a été extrêmement faible pour les trois lots; il a cependant été plus élevé pour le lot C, ce qui permettait de supposer qu'il existait une corrélation positive entre le pourcentage d'ailés et le contact plus ou moins étroit des larves avec leur mère.

Expérience n° 3. — Les cellules ont été disposées sur des feuilles de Chou; ces Choux, semés pendant l'été, avaient une quinzaine de feuilles; l'expérience a été commencée le 23 septembre; la température moyenne a été de 18° ± 1°.

Sept lots ont été constitués comme suit :

Lot A, comprenant quatre cellules de 12 mm ayant chacune 100 larves laissées en contact pendant 72 h et changées d'emplacement

toutes les 24 h. Au moment du transfert des larves dans les cages, il restait 225 Pucerons vivants.

Lot B, comprenant trois cellules de 12 mm ayant chacune 100 larves laissées en surpopulation pendant 72 h au même endroit (173 survivants).

Lot C, comprenant six cellules de 6 mm renfermant 50 larves laissées en contact pendant 48 h et transférées sur un autre emplacement après 24 h de séjour (235 survivants).

Lot D, comprenant cinq cellules de 12 mm renfermant 20 larves mises pendant 48 h sur l'emplacement occupé auparavant par les cellules du lot B, afin de mettre en évidence, le cas échéant, l'influence de l'épuisement des tissus sur la production des ailés (22 survivants).

Lot E, comprenant 4 cellules de 6 mm renfermant 50 larves au premier stade maintenues sur le même emplacement pendant 72 h (137 survivants).

Lot F, comprenant trois cellules de 12 mm renfermant chacune 25 Pucerons adultes laissés en place pendant 48 h ; 18 survivants à la fin de l'expérience.

Lot G, ou témoin, comprenant des larves mises directement sur des feuilles coupées.

Une seconde génération a été constituée en prenant dans chaque lot 5 adultes aptères qui ont été élevés dans des conditions normales.

Tableau LXX.

Composition de la première et de la seconde générations de larves au premier stade placées sous diverses conditions de surpopulation.

Générations	Dates de début et de fin d'expérience	Lots						
		A	B	C	D	E	F	G
1re	23 sept.-9 oct.	70A 3L	30A 1L	46A 1L	13A	82A	206A 5L	58A 1L
2e.......	7-27 octobre.	52A 3L	27A 1L	77A 2L	32A 1L	95A 7L	119A 3L	145A 1L

L'examen de ce tableau montre que la surpopulation n'a pas entraîné l'évolution des larves vers la forme ailée ni la production d'ailés dans la descendance.

Les expériences précédentes ayant été réalisées en automne et pendant l'hiver, il était possible que la faible durée de l'éclairage et la nature de l'aliment fourni par les feuilles de Chou en plein hiver puissent modifier l'influence exercée par la surpopulation.

De nouveaux essais ont donc été faits en juin et en juillet, dans des conditions un peu différentes.

Expérience n° 4. — 200 larves âgées de moins de 24 h ont été disposées dans des cellules, à raison de 50 larves par élément ; les cellules étaient transportées sur des feuilles fraîches toutes les 48 h ; dès que les

larves eurent atteint le troisième stade, elles furent mises dans les cellules, à raison de 25 larves par microcage jusqu'à ce qu'elles aient atteint le stade adulte; il fut obtenu 143 aptères et 0 ailé.

Expérience n° 5. — Afin d'opérer dans des conditions se rapprochant de la normale, des larves âgées de moins de 24 h furent élevées sur des feuilles dont le limbe avait été très fortement réduit, afin que les larves soient obligatoirement en contact étroit les unes avec les autres pendant toute leur existence larvaire; l'expérience porta sur 760 larves : il fut obtenu 156 aptères et 1 ailé et, à la seconde génération, 73 aptères et 0 ailé.

Action combinée de la surpopulation, de la lumière et d'une température élevée.

Expérience n° 6. — Une première série d'expériences, commencée le 3 janvier, comprenait deux catégories; les différents lots de l'une ne recevaient que la lumière naturelle, alors que ceux de l'autre étaient éclairés en permanence (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle).

Chacune d'entre elles comprenait huit lots :

Lot A : élevage individuel (trois cellules avec 1 aptère par cellule).

Lot B : élevage groupé (cinq cellules avec 6 aptères par cellule).

Les autres lots ont été constitués en mettant en surpopulation des larves sur une feuille découpée, de manière que les Pucerons soient obligatoirement en étroit contact les uns avec les autres. Les larves étaient engendrées par 100 aptères qui avaient été élevés, ainsi que leurs parents et grands-parents, de telle manière que la surpopulation n'ait pu se produire à aucun stade.

Les larves, récoltées chaque jour, ont été réparties dans un certain nombre de cellules; dès que le stade larvaire désiré était atteint, elles étaient mises en surpopulation jusqu'à la mue imaginale. Il a été constitué de cette manière les lots suivants :

Lot C : larves nées le 2 janvier, en surpopulation moins de 24 h après la naissance.

Lot D : larves nées le 3 janvier, en surpopulation à partir du deuxième stade.

Lot E : larves nées le 4 janvier, en surpopulation à partir du troisième stade.

Lot F : larves nées le 5 janvier, en surpopulation à partir du quatrième stade.

Lot G : larves nées le 6 janvier, en surpopulation à partir de la mue imaginale; les larves produites étant enlevées chaque jour.

Lot T : larves nées le 6 janvier, élevées dans des conditions de non-surpopulation (témoin).

Il a été conservé 20 aptères par lot qui ont été élevés, ainsi que

leur descendance, dans des conditions de non-surpopulation. Dans le tableau ci-dessous, il est mentionné, sous le titre de « première génération », les Pucerons qui ont été soumis à la surpopulation (à l'exception du lot G) et de « seconde génération » les descendants de ces derniers.

TABLEAU LXXI.

Influence de la surpopulation sur les larves et les adultes combinée avec la lumière naturelle ou la lumière permanente.

Générations	Forme	Lumière naturelle								Lumière permanente							
		A	B	C	D	E	F	G	T	A	B	C	D	E	F	G	T
1re.........	Aptères.	50	231	42	49	23	26	293	68	75	79	49	22	44	65	262	112
	Ailés.	0	10	0	0	0	0	13	0	0	4	0	0	0	0	25	0
2e	Aptères.			117	38	80	89		100			142	89	295	258		266
	Ailés.			1	0	1	0		0			2	6	2	16		16

En aucun cas, la surpopulation n'a donc entraîné la production d'un pourcentage important d'ailés, qu'elle ait été effectuée à la lumière naturelle ou à la lumière artificielle. Les Pucerons élevés en surpopulation depuis la naissance jusqu'au stade adulte étaient d'une taille nettement plus petite que ceux des autres lots.

Expérience n° 7. — De nouveaux essais ont été faits en mai et juin, en vue de déterminer le rôle que pourrait éventuellement jouer une lumière permanente (lumière naturelle complétée par une lumière artificielle), ainsi qu'une température constante de 24°.

Les larves furent mises en surpopulation pendant 48 et 72 h dans les expériences faites à la lumière naturelle et à la lumière artificielle (température moyenne : 22°) et jusqu'à la mue imaginale pour le lot placé à la température de 24°.

TABLEAU LXXII.

Influence de la surpopulation sur les larves en combinaison avec la lumière et la température

Générations	Lumière naturelle		Lumière artificielle		Température 24°
	Surpopulation de 48 h	Surpopulation de 72 h	Surpopulation de 48 h	Surpopulation de 72 h	
1re	466A-19L.2 I. 4,8 p. cent	350 A-22 L. 5,9 p. cent	203 A-7 L. 3,3 p. cent	75 A. 0 p. cent	114 A-2 L. 1,7 p. cent
2e	247A - 0L. 0 p. cent	288 A - 0 L. 0 p. cent	119 A-O L. 0 p. cent	117 A-3 L. 2,5 p. cent	310 A-0 L. 0 p. cent

Conclusions. — Il peut être déduit de ces diverses expériences les conclusions suivantes :

1° Des larves séparées de leur mère moins de 24 h après leur naissance et élevées en surpopulation à la lumière naturelle pendant tout ou partie de leur existence larvaire ne deviennent ailées que dans une infime proportion.

2° Le pourcentage d'ailés est d'autant plus important que les larves sont restées en contact plus étroit avec leur mère durant les 24 h qui suivent la naissance.

3° Les larves élevées en surpopulation pendant toute leur vie larvaire n'engendrent pratiquement pas d'ailés.

4° La durée de l'éclairement ne modifie pas le pourcentage des ailés.

5° Il n'est pas noté de différences importantes entre les élevages faits à des températures variables ou à des températures constantes de 20°-22° et 24°.

c) Influence de la surpopulation appliquée aux adultes et a leurs larves. — Les expériences précédentes réalisées à diverses époques de l'année ont montré que la surpopulation appliquée uniquement aux adultes ou aux larves au premier stade, depuis la naissance jusqu'à la mue imaginale, n'entraînait pas la production de formes ailées.

Mais nous avons vu (p. 169) que des larves restant étroitement groupées autour de leurs mères deviennent ailées dans une forte proportion ; ces faits permettaient donc de supposer que la production des formes ailées était subordonnée à une surpopulation s'exerçant à la fois sur les mères et sur leurs larves.

Expérience n° 1. — Elle a été commencée le 22 juin et comportait les neuf lots suivants :

A. — Elevage de Pucerons aptères en surpopulation sur une portion de feuille de surface très réduite ; les larves étaient laissées avec leurs parents jusqu'à ce qu'elles atteignent le quatrième stade ; elles étaient alors transportées sur une autre portion de limbe et maintenues en surpopulation jusqu'à la mue imaginale.

B. — Elevage en surpopulation, sur une feuille de surface réduite, de larves âgées de moins de 24 h provenant d'aptères obtenus en non-surpopulation.

C. — Elevage de 50 larves âgées de moins de 24 h (provenant d'aptères obtenus en non-surpopulation) dans des cellules de 6 mm de diamètre, transférées toutes les 48 h sur de nouveaux emplacements (afin d'éviter une diminution quantitative et qualitative de la nourriture). Au fur et à mesure de la croissance des larves, le nombre d'individus par cellule était progressivement abaissé jusqu'à 15 au quatrième stade.

D. — Elevage de larves âgées de moins de 24 h dans les mêmes conditions que précédemment, mais les Pucerons n'étaient transportés sur un nouvel emplacement que toutes les 72 h.

E. — Larves âgées de moins de 24 h élevées en non-surpopulation pendant 4 jours, puis placées dans des cellules.

F. — Témoin constitué par des larves âgées de moins de 24 h élevées en non-surpopulation sur des feuilles coupées.

G. — Elevage de jeunes adultes à raison de 10 par cellule ; tous les 3 ou 6 jours, suivant la fécondité des mères, les larves les plus âgées étaient transportées dans d'autres cellules, les plus jeunes étaient laissées avec leurs mères.

H. — Elevage de jeunes adultes aptères, à raison de 15 par cellule ; les larves étaient enlevées chaque jour au début de l'expérience, puis tous les 3 jours et réparties sur des feuilles coupées.

Une seconde génération a été élevée individuellement.

Tableau LXXIII.

Composition de la première et de la seconde générations des lots A à F

Lots	Conditions expérimentales	Composition de la descendance			
		1re génération		2e génération	
		Composition	p. cent d'ailés	Composition	p. cent d'ailés
A (1)	Surp. adultes et larves.	259 A 115 L	30,7	112 A 3 L	2,6
B (2)	Surp. des larves sur feuille réduite.	156 A 1 L	0,6	73 A 0 L	0,0
C (3)	Surp. des larves dans cellules, emplac. changé tous les 48 h	145 A 0 L	0	206 A 11 L	5,0
D (4)	Surp. des larves dans cellules, emplac. changé tous les 72 h	137 A 0 L	0	254 A 1 L	0,4
E (5)	Surp. des larves à partir du 4e jour.	129 A 0 L	0	57 A 0 L	0
F (6)	Témoin.	110 A 0 L	0	180 A 4 L	2,1

Essais portant sur (1) 149 aptères. (2) 761 larves. (3) 200 larves. (4) 300 larves. (5) 240 larves. (6) 200 larves.

Cette expérience permet de formuler les remarques suivantes :

1° A la température moyenne de 21°, les larves restant groupées autour de leurs mères deviennent ailées dans une forte proportion ; le 7 juillet, soit 13 jours après le début de l'expérience, il a été dénombré 70 larves ailées au quatrième stade ; ces larves sont donc nées approximativement de 4 à 6 jours après le début de l'essai (lot A).

2° Les larves provenant d'aptères élevés dans des conditions normales, mises en surpopulation sur des feuilles ayant une surface foliaire très réduite, ne se transforment pas en ailés et n'engendrent

pas d'ailés (lot B) ; il en est de même lorsque les larves sont élevées en surpopulation dans des cellules (lots C, D, E) ; ces résultats confirment les essais cités dans le chapitre précédent.

Les lots G et H permettent d'étudier d'une manière un peu plus approfondie l'influence de la surpopulation sur la production des ailés.

Dans le lot G, le pourcentage des ailés est passé de 1 avec les larves retirées le 3e jour de l'expérience à 48 le 9e jour, 74 le 13e jour, 45 le 18e jour ; pour les deux premières séries, chaque cellule renfermait 55 larves qui s'y sont développées jusqu'au quatrième stade larvaire ; pour la troisième série, il n'a pu être mis que 51 larves par cellule et enfin, pour la quatrième, il n'a été obtenu que 16 larves dans les trois cellules ; ces 16 larves ont été rassemblées dans une seule cellule et élevées dans ces conditions jusqu'au quatrième stade.

Tableau LXXIV.

Composition de la première et de la seconde générations des lots G et H.

Lots	Conditions expérimentales	Nombre de jours après début de l'exp.	Nombre de larves	Composition de la descendance						
				1re génération					2e génération	
				Aptères	Ailés et int.	p. cent ailés	Totaux	p. cent ailés	Totaux	p. cent ailés
G	Adultes en surp. avec larves pendant 3 à 6 jours.	3	165	95	1L.	1			29 A-5 F.	0
		9	165	27	25 L.	48	152 A.		40A 3F 2L	4,7
		13	155	21	62 L.	74	91 L.		40 A.	0
		18	16	9	3L. 2I	35,7	1 I.	37,9	57 A.	0
H	Adultes en surp. avec larves pendant 1 à 3 jours.	2	179	108	5	4,4			86A-0 L.	0
		3	104	46	0	0			147A-0 L	0
		4	92	78	0	0				
		5	62	33	0	0				
		6	66	46	0	0				
		9	179	72	37	34,0	511 A.	8,4		
		11	70	23	1	4,1	46 L.		46 A-0 L.	0
		13	79	74	2	2,6			28 A-0 L.	0
		14	23	10	0	0				
		16	23	12	0	0			75 A-1 L.	1,3
		19	13	9	1	10,0				

Les conclusions ci-dessous peuvent être tirées de ces essais :

1° Les larves nées pendant les trois premiers jours de surpopulation et qui sont donc restées en contact étroit avec les adultes pendant 1 à 72 h se transforment en ailés dans une proportion infime.

2° Les larves qui naissent par la suite et qui restent en contact avec leurs mères pendant un temps plus long deviennent ailées dans une forte proportion.

3° Le pourcentage d'ailés est beaucoup plus important pour la troisième série où les larves ont été en contact avec leurs mères pendant 1 à 96 h que pour la seconde série où ce contact s'est étendu de 1 à 144 h ; ces différences laissent supposer que la production des ailés dépend, pour une part, d'un phénomène particulier qui se développe progressivement chez la mère et qui peut se manifester avant le 9e jour (à une température de 21°).

4° La surpopulation ne semble pas augmenter la durée du développement larvaire; les larves des lots C et F (témoin), âgées de 0 à 24 h, ont été mises le même jour en élevage : la durée moyenne du développement a été de 10 jours pour les deux lots.

TABLEAU LXXV.

Nombre des adultes survivants et des larves enlevées au cours des expérience G et H.

Jours	Dates des observations	Expérience G				Expérience H		
		G_1	G_2	G_3	G_4	H_1	H_2	H_3
	26 juin	10A.	10A.	10A.		15A.	15A.	
1	27 —							
2	28 —					13A-91 l	14A-88 l	
3	29 —	6A.-30 l.	8A.-64 l.	8A.-71 l.		12A-61 l	14A-43 l	
4	30 —					12A-41 l	14A-51 l	
5	1er juillet					12A-26 l	14A-36 l	
6	2 —	6A.-20 l.	7A.- 0 l.	7A.- 0 l.		12A-30 l	13A-36 l	
7	3 —							
8	4 —							
9	5 —	6A.-64 l.	5A.-28 l.	6A.-73 l.		12A-86 l	13A-93 l	
10	6 —							
11	7 —					10A-46 l	11A-34 l	
12	8 —							
13	9 —	3A.-56 l.	3A.-50 l.	3A.-49 l.	9A.	9A-44 l	11A-35 l	19A.
14	10 —							19A-23
15	11 —							
16	12 —				7A.- 0 l.			15A-23 l
17	13 —							
18	14 —				2A.-16 l.			10A-13 l

L'expérience H apporte de nouvelles données : les adultes ont été mis en surpopulation le même jour que pour l'expérience G, mais la densité de population des adultes était notablement plus élevée puisqu'il était mis 15 adultes au lieu de 10 par cellule; la densité des larves était aussi nettement plus importante, ainsi que le montre le tableau ci-dessus; par contre, la durée du contact des mères avec les larves a été au maximum de 48 h pour la première série de larves (enlevée le 28 juin), puis de 24 h pour les séries suivantes (du 29 juin au 2 juillet); il n'a été obtenu que 4,4 p. cent d'ailés pour la première série et 0 p. cent pour les suivantes.

TABLEAU LXXVI

Influence de la durée de la surpopulation sur la production des formes ailées (Expérience H).

Enlèvement des larves au bout de :	Dates d'enlèvement des larves	Nombre de larves séparées	p. cent d'ailés	p. cent ailés moyenne
24 h	29 juin.	104	0	0
	30 juin.	92	0	
	1 juillet.	62	0	
	2 juillet.	66	0	
48 h	28 juin.	179	4,4	2,77
	7 juillet.	70	4,1	
	9 juillet.	79	2,6	
	12 juillet.	23	0	
72 h	5 juillet.	179	34,0	22,0
	15 juillet.	13	10,0	

Le tableau ci-contre résume les résultats obtenus, classés d'après la durée du contact des mères avec leurs larves et la date d'enlèvement des larves.

Ces chiffres montrent que des larves restant en surpopulation avec leurs mères pendant 24 h au maximum évoluent toutes en aptères ; une surpopulation s'exerçant pendant 1 à 48 h entre les larves et leurs mères produit un faible pourcentage d'ailés ; enfin, une surpopulation d'une durée de 1 à 72 h produit un pourcentage élevé d'ailés, même lorsque la densité est faible (lot du 15 juillet). Si l'on s'en tient seulement au lot du 5 juillet, on peut admettre théoriquement que, sur les 179 larves récoltées le 5 juillet, un tiers d'entre elles sont nées du 6 au 7 juillet et ont donc été maintenues en surpopulation pendant 48 à 72 h, un tiers sont nées du 7 au 8 et ont été en surpopulation pendant 24 à 48 h, enfin le dernier tiers est né du 8 au 9 et n'a été en surpopulation que pendant 1 à 24 h.

Or, nous venons de voir qu'une surpopulation s'exerçant pendant moins de 24 h ne donne pas d'ailés et une surpopulation de 48 h un chiffre voisin de 3 p. cent ; ce sont donc les larves nées du 6 au 7 laissées en surpopulation pendant 48 à 72 h qui ont fourni la quasi-totalité des ailés. Cela revient à dire que des larves restant en surpopulation et en contact avec leurs mères pendant 72 h, à la température de 21°, se transforment presque toutes en ailés.

Enfin, la surpopulation appliquée à des aptères et à leurs mères amène l'apparition de femelles sexuées dans la seconde génération (lot G, femelles adultes entre le 27 et le 29 juillet) et seulement parmi la descendance des larves nées entre le 1er et le 9e jours après le début de la mise en surpopulation.

Expérience n° 2. — Une autre expérience a été commencée le 27 août 1948 avec les Pucerons de la lignée 1945 ; elle comportait six lots présentant les caractéristiques suivantes :

Lot A : 10 adultes aptères dans des cellules de 6 mm (5 cellules) ; les larves étaient enlevées toutes les 48 h et placées sur des feuilles de Chou en non-surpopulation.

Lot B : 10 adultes aptères dans des cellules de 6 mm ; les larves étaient enlevées toutes les 72 h et élevées ensuite dans des conditions normales (5 cellules).

Lot C : 10 adultes aptères dans des cellules de 6 mm ; les larves étaient enlevées toutes les 96 h et élevées ensuite sur des feuilles (5 cellules).

Lot D : 10 adultes aptères dans des cellules de 6 mm (5 cellules) ; les larves étaient enlevées toutes les 72 h, transférées dans des cellules à raison de 53 à 60 larves par cellule, où elles étaient laissées jusqu'à la mue imaginale. Pour les 5e et 6e séries, les larves produites par tous les adultes survivants ont été groupées respectivement dans 2 et 1 cellules.

Lot E : 10 adultes aptères dans des cellules de 6 mm (5 cellules) ; les larves ont été enlevées le 3e et le 6e jours et élevées ensuite dans des conditions normales ; le 6e jour, les aptères ont été enlevés des cellules et transférés sur des feuilles de Chou.

TABLEAU LXXVII.

Influence de la surpopulation appliquée à des adultes et à leurs larves pendant des temps variés (temp. moy. 19°).

Lots	Jours après le début de l'expérience	Durée de surp. des adultes avec les larves	Nombre d'adultes restants	Nombre de larves	Composition des Aphides parvenant à maturité	p. cent d'ailés.
A	2	2	49	210	124 A.-2 I.- 1 L.	2,4
	4	2	45	222	144 A.-1 I.	0,6
	6	2	44	220	117 A.-1 I.- 3 L.	3,3
	8	2	44	128	95 A.-1 I.	1,0
	10	2	44	106	29 A.	0,0
	12	2	33	17	11 A.	0,0
	14	2	32	14	10 A.	0,0
					530 A.-5 I.- 7 L.	2,2
B	3	3	48	380	115 A.-0 I.- 1 L.	0,8
	6	3	44	360	168 A.-1 I.- 14 L.	8,1
	9	3	33 (1)	235	137 A.-1 I.- 23 L.	14,9
	12	3	32	66	6 A.	0,0
	15	3	29	35	14 A.	0,0
					440 A.-2 I.- 38 L.	8,5
C	4	4	47	385	88 A.-0 I.- 1 L.	1,1
	8	4	46	392	177 A.-8 I.- 19 L.	13,2
	12	4	32 (1)	137	28 A.-3 I.- 5 L.	22,2
	16	4	20 (1)	24	7 A.	0,0
					300 A.-11 I.-25 L.	10,7
D	3	3	50	290	102 A. 1 L.	0,9
	6	3	46	454	125 A. 45 L.	26,4
	9	3	45	315	32 A.-1 I.- 93 L.	74,6
	12	3	41	210	25 A. 71 L.	73,9
	15	3	41	81	45 A.- 27 L.	33,8
	18	3	37	35	18 A. 8 L.	30,7
					347 A.-1 I.-241 L.	40,9
E	3	3	50	478	258 A.-1 I.- 5 L.	2,2
	6	3	43	284	92 A.-2 I.- 18 L.	17,8
	7-17			240	108 A. 1 L.	0,9
					458 A.-3 I.- 24 L.	5,5

(1) dans 4 cellules. (2) dans 3 cellules.

10 aptères de chaque lot ont été élevés dans des conditions de non-surpopulation, afin de déterminer la composition de leur descendance (2e génération) :

Lot A : 130 aptères, 0 ailé .... 0 p. cent d'ailés.
Lot B : 113 aptères, 0 ailé.......................... 0 p. cent d'ailés.
Lot C : 75 aptères, 1 ailé .... 1,3 p. cent d'ailés.
Lot D : 74 aptères, 5 ailés, 1 intermédiaire .... 7,5 p. cent d'ailés.
Lot E : 80 aptères, 0 ailé .... 0 p. cent d'ailés.

A titre de vérification, il a été élevé des larves âgées de 0 à 18 h provenant de mères qui se sont développées dans des conditions de non-surpopulation ; ces larves ont été placées le 24 septembre dans des cellules de 6 mm de diamètre, à raison de 40 larves par cage ; la température a été en moyenne de 16° et les insectes sont devenus adultes le 4 octobre ; il a été obtenu à partir de 160 larves, 97 aptères et 8 ailés, soit 7,6 p. cent d'ailés.

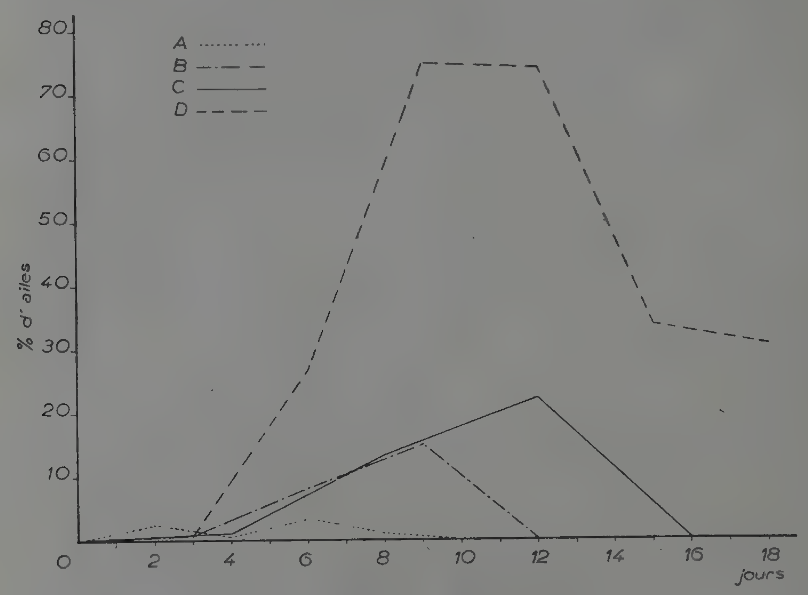


FIG. 65. — *B. brassicæ*. Pourcentages d'ailés en fonction du temps obtenus par la surpopulation d'aptères avec leurs larves pendant 48, 72 et 96 heures.

Nous pouvons déduire de cette expérience les remarques ci-dessous :

1° L'examen des chiffres fournis par les lots B, C, D et E (deux premières séries) montre d'une manière très nette que la 1re série de surpopulation s'exerçant pendant 3 ou 4 jours produit très peu d'ailés. Le pourcentage d'ailés augmente progressivement pour les séries suivantes et atteint son maximum pour les larves nées entre le 6e et le 12e jours pour les lots B, C et D ; il diminue ensuite brusquement (*fig.* 65). Cela peut être attribué soit au vieillissement des mères, soit au fait que la fécondité de celles-ci diminuant, la surpopulation est moins intense dans les cellules. Ce facteur ne semble cependant pas intervenir, puisque les larves des 5e et 6e séries du lot D avaient été groupées ; il avait été constitué pour la 5e série deux cellules renfermant 47 et 34 larves et, pour la 6e série, une cellule renfermant 35 larves.

2° Les larves laissées en surpopulation avec leurs mères deviennent ailées dans une proportion variable suivant la durée de contact (*fig.* 66) :

De 1 à 24 h	0 à 1,5 p. cent d'ailés
De 1 à 48 h	0 à 4 p. cent d'ailés.
De 1 à 72 h	8 à 34 p. cent d'ailés.
De 1 à 96 h	13 à 74 p. cent d'ailés.

Enfin, les larves laissées en surpopulation avec leurs mères pendant 1 à 72 h, puis mises en surpopulation entre elles, se transforment en ailés dans une proportion de 26 à 74 p. cent.

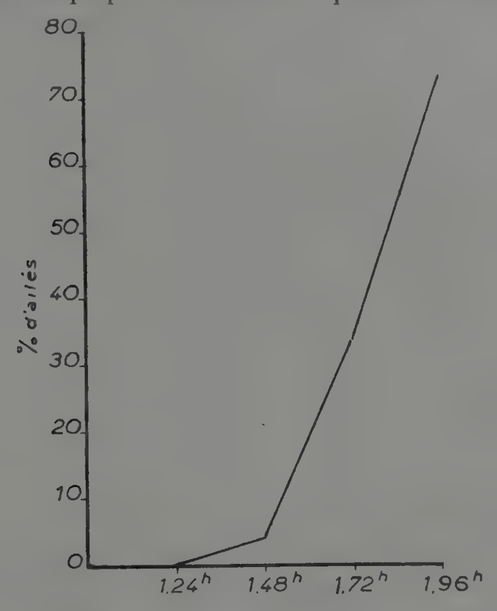


FIG. 66. — *B. brassicæ.* Pourcentages maxima d'ailés obtenus par le contact en surpopulation des larves avec leurs mères pendant 0-24, 0-48, 0-72 et 0-96 heures.

3° Le pourcentage d'ailés atteignant son maximum à partir du 6ᵉ jour de la mise en surpopulation des mères, on pouvait penser que cela était dû à une modification physiologique des ovaires de la mère, qui imprimait aux jeunes larves une transformation aboutissant au développement des ailés ; si cela était, les mères mises en surpopulation pendant 6 jours et transportées ensuite sur des feuilles où elles n'étaient plus en surpopulation auraient dû engendrer, au moins pendant un certain temps, un pourcentage important d'ailés. C'est afin de préciser cette question que l'expérience E du tableau LXXVII a été réalisée ; les adultes ont été mis en surpopulation avec leurs larves pendant 3 jours ; il a été obtenu 2,2 p. cent d'ailés ; à la série suivante de 3 jours, le pourcentage d'ailés s'est élevé à 17,8. Si l'on se réfère au lot B, où la surpopulation a été faite dans les mêmes conditions, le pour-

centage d'ailés aurait dû être encore plus important pour la 3e série ; ces aptères placés brusquement en non-surpopulation après le 6e jour n'ont engendré que 1 ailé et 108 aptères, soit 0,9 p. cent d'ailés ; on est donc amené à conclure que la production des formes ailées nécessite l'action conjuguée de la surpopulation à la fois sur les mères et sur leurs descendants (BONNEMAISON, 1949 b).

d) INFLUENCE DE L'AGE DES VIRGINIPARES APTÈRES SUR LA PRODUCTION DES AILÉS. — Les expériences indiquées précédemment ont montré que le pourcentage des ailés n'était très élevé que parmi les larves nées 6 à 12 jours après le début de la ponte. Cela pouvait laisser supposer que les aptères devaient être soumis à la surpopulation pendant une période minimum de 6 jours avant d'être capables d'engendrer un pourcentage important d'ailés, ou encore que les ovaires des Pucerons n'étaient aptes à donner des formes ailées qu'à partir du 6e jour après la mue imaginale. Dans l'expérience ci-dessous, les aptères du lot A ont été mis en surpopulation dès la mue imaginale, alors que ceux des lots B, C et D ont été placés dans les mêmes conditions respectivement 3, 6 et 9 jours après être devenus adultes.

TABLEAU LXXVIII.

Influence de l'âge des virginipares aptères sur la production des ailés.

Jours après la mue imaginale	A		B		C		D	
	Composition	p. cent ailés	Composition	p. cent ailés	Composition	p. cent ailés	Composition	p. cent ailés
3..........	77 A- 0 L.	0	73 A. (1)	0				
6..........	80 A- 8 L.	9,9	92 A- 5 L.	5,1	76 A- 0 L. (1)	0		
9..........	76 A-12 L.	13,6	79 A-12 L.	13,1	86 A-16 L.	17	32 A- 0 L. (1)	0
12..........	30 A-13 L.	30	18 A- 3 L.	14	40 A-43 L. 1 I.	53,4	85 A-17 L.	16
15..........	37 A-13 L.	26	21 A- 7 L. 1 I.	28	21 A-10 L.	32	103A-34L.	24
18..........	12 A- 0 L.	0	5 A- 0 L.	0	76 A-15 L.	16	62 A- 6 L.	8
21..........					25 A-12 L.	32	16 A- 6 L.	27
24..........					10 A- 1 L.	9	24 A-11 L.	31
27..........					14 A- 2 L.	12	15 A- 3 L.	16

(1) Pucerons produits avant la mise en surpopulation.

L'examen de ce tableau montre que le pourcentage d'ailés a été important dans le lot A à partir du 6e jour après le début de l'expérience.

Dans le lot B, il y a eu 5 p. cent d'ailés avec les larves produites entre le 3e et le 6e jour après la mue et 13 p. cent avec celles produites entre le 6e et le 9e jour. Pour les lots C et D, la proportion d'ailés a été élevée dès la mise en surpopulation.

Dans une autre expérience commencée le 22 février, différents lots ont été constitués, comme précédemment, avec des aptères mis en surpopulation 2, 4, 6 et 8 jours après la mue imaginale. Les aptères

mis le 4e jour en surpopulation ont donné au cours des trois jours suivants : 71 aptères et 38 ailés, soit 35 p. cent d'ailés ; ceux qui furent mis le 8e jour en surpopulation ont produit dans les trois jours : 17 aptères et 13 ailés, soit 43 p. cent d'ailés.

Il a été reporté sur la figure n° 67 les pourcentages d'ailés obtenus dans les diverses expériences, les différentes courbes commençant le 3e jour après la mise en surpopulation pour chaque lot ; on voit que les

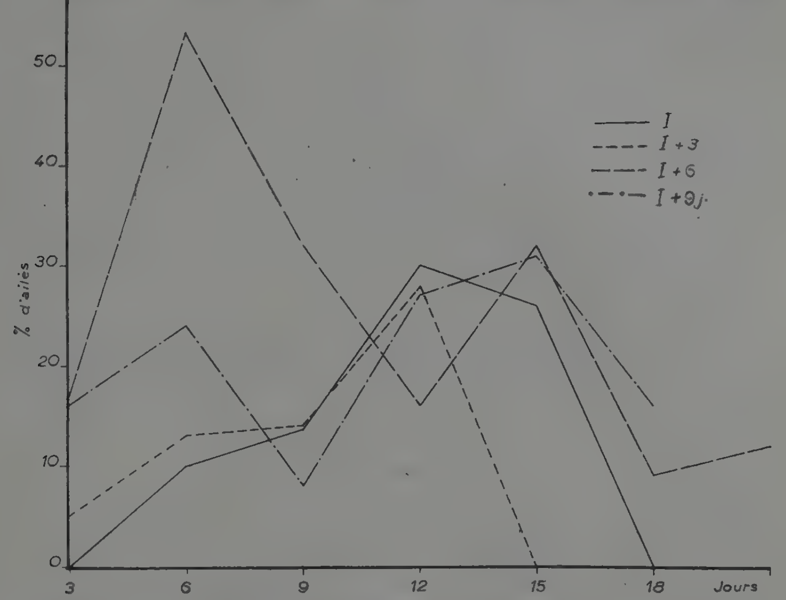


Fig. 67. — *B. brassicæ.* Pourcentages d'ailés obtenus avec des larves provenant de virginipares aptères mis en surpopulation le jour de la mue imaginale et 3, 6, 9 jours après celle-ci.

pourcentages d'ailés sont importants dès le 3e jour qui suit la surpopulation pour les lots B, C et D et qu'ils augmentent de façon sensible à la période suivante.

Nous voyons que les virginipares aptères ne sont capables d'engendrer un assez grand nombre d'ailés que lorsque leurs ovaires ont commencé à produire des larves depuis au moins 3 jours ; le pourcentage des ailés devient particulièrement important à partir des 5e et 6e jours : la production des ailés paraît donc liée à une certaine maturité des ovaires. En outre, quel que soit l'âge des géniteurs, la proportion des larves qui deviennent ailées est plus forte quand les mères sont soumises à la surpopulation depuis 3 à 6 jours que lorsqu'elles ne le sont que depuis 1 à 3 jours.

e) Production des ailés et durée de la surpopulation. — Nous avons signalé page 106 que les larves produites dès le début de la

période de reproduction par des aptères devenaient ailées dans une très forte proportion. Cela semble infirmer les résultats obtenus dans les essais mentionnés précédemment, mais il est à noter que les deux expériences diffèrent sur deux points : dans l'expérience mentionnée au tableau XXXIII, les géniteurs ont été en surpopulation pendant toute leur croissance larvaire; ils ont été ensuite élevés en grand nombre sur une feuille et les larves sont restées au contact de leur mère jusqu'au quatrième stade. Au contraire, dans les essais mentionnés page 181 et suivantes, les géniteurs ont été élevés dans des conditions de non-surpopulation pendant leur croissance larvaire et n'ont été mis dans des cellules qu'après la mue imaginale.

Des larves ont été élevées dans des conditions normales jusqu'au troisième stade larvaire, puis ensuite mises en surpopulation sur une portion de feuille. 39 Pucerons seulement sur les 100 larves utilisées devinrent adultes; ils furent répartis le 18 juillet dans six cellules de 6 mm, à raison de 6 par cage (soit deux fois moins que le chiffre habituel). Leurs larves ont été récoltées tous les 2 ou 3 jours, puis élevées pendant 2 jours sur une portion de feuille et ensuite sur une feuille normale.

Il a été obtenu, dès la première période de 3 jours de surpopulation, 30,7 p. cent d'ailés et ce pourcentage s'est élevé graduellement par la suite. Dans l'essai réalisé avec des aptères dont la croissance larvaire s'est faite sans surpopulation et mentionné au tableau LXXVII, lot D, il y a eu 0,9 p. cent d'ailés à la première période de surpopulation.

La comparaison des chiffres obtenus dans cet essai et dans le lot D du tableau LXXVII (aptères dont la croissance larvaire s'est faite sans surpopulation) permet de voir qu'il y a un décalage de 3 jours entre les pourcentages d'ailés voisins pour les deux expériences :

	Pourcentages d'ailés.	
Larves nées :	Essai précédent	Tableau LXXVII lot D
Du 1er au 3e jour	30,7	0,9
Du 4e au 6e jour	39,4	26,4
Du 7e au 9e jour	66,6	74,6
Du 10e au 12e jour	75,0	73,9
Du 13e au 15e jour		33,8
Du 16e au 18e jour		30,7

Or, dans le dernier essai, les Pucerons ont été mis en surpopulation au troisième stade, c'est-à-dire 3 jours avant la mue imaginale.

Nous pouvons donc conclure :

1° Les Pucerons aptères doivent être en surpopulation pendant 3 jours avant qu'ils puissent engendrer des larves pouvant devenir ailées; la surpopulation peut s'exercer dans les 3 jours qui précèdent la mue imaginale ou immédiatement après celle-ci.

2° Même si les Pucerons sont mis en surpopulation avant de devenir adultes, les pourcentages maxima d'ailés sont constatés parmi les larves nées entre le 7e et le 12e jour après la mue imaginale; il y a

donc bien, à cette période de la vie de l'Insecte, une phase particulièrement favorable à la production des formes ailées.

f) Influence de la surpopulation sur les virginipares ailés. — Il a été constaté par tous les aphidologues que les virginipares ailés donnent rarement naissance à des ailés.

Cela peut être dû à l'action d'un agent interne inhibant la production des ailés, ou au fait que les ailés, se déplaçant fréquemment, déposent de place en place quelques larves ; il en résulte que les mères ne restent pas en contact pendant un temps suffisant pour permettre à la surpopulation de manifester son action.

Dans les cellules, les ailes des insectes s'agglutinent et la mortalité est à peu près totale en 2 ou 3 jours ; on la diminue de façon appréciable en prenant la précaution de couper les ailes au ras du thorax.

Des virginipares ailés ont été mis en surpopulation à la fin du mois de novembre, à raison de 12 insectes par cellule de 6 mm ; tous les insectes étaient morts le 7e jour après le début de l'expérience ; il a été obtenu 143 aptères et 0 ailé. Dans une autre expérience faite en mai, il fut utilisé des nymphes au quatrième stade ; 10 furent élevées dans des cellules pendant 4 jours et sur un emplacement précédemment occupé par des virginipares aptères ; elles furent ensuite transportées sur des feuilles coupées et engendrèrent 70 aptères et 12 ailés, soit 13 p. cent d'ailés.

B. — Myzus persicæ.

Nous avons opéré avec *M. persicæ* suivant les mêmes méthodes que celles qui ont été indiquées précédemment.

Les adultes et les larves de *Myzus* supportent très difficilement les conditions particulières créées par la surpopulation et meurent en très grand nombre en quelques jours.

En plein air, comme dans les élevages réalisés au laboratoire, les *Myzus* se dispersent sur les tissus végétaux qui sont mis à leur disposition. Ce n'est que dans des conditions particulières que les *Myzus* arrivent à former des colonies denses : tel est le cas des Pucerons qui se développent sur les germes de Pommes de terre pendant l'hiver.

Nous avons constaté que la production des formes ailées différait considérablement suivant que les Pucerons utilisés provenaient d'une fondatrice éclose au printemps de l'année durant laquelle les expériences ont été faites ou au printemps de l'année précédente.

Il peut, par conséquent, être distingué deux cas : les expériences réalisées avec des virginipares aptères provenant d'une fondatrice ayant éclos au moins 12 mois auparavant (ce qui correspond aux Pucerons engendrés par des virginipares aptères ayant hiverné) et celles faites avec la descendance de fondatrices écloses de 2 à 7 mois avant la réalisation des essais. Nous étudierons le premier cas dans ce chapitre et le second dans le chapitre XI.

1. Apparition des ailés dans les élevages individuels. — Les virginipares ailés apparaissent beaucoup plus facilement chez *M. persicæ* que chez *B. brassicæ;* la proportion d'ailés peut varier de 0 à 40 p. cent dans les élevages individuels réalisés dans les mêmes conditions. Un aptère, élevé du 14 mai au 7 juin, à une température moyenne de 20° et à la lumière naturelle réduite à 8 h 30 par jour, a engendré 39 aptères et 26 ailés, alors que ses sœurs élevées exactement dans les mêmes conditions ont produit respectivement 8 aptères et 2 ailés, 29 aptères et 7 ailés, 27 aptères et 4 ailés, 39 aptères et 3 ailés, 57 aptères et 4 ailés. Pour tous ces Pucerons, les larves étaient séparées

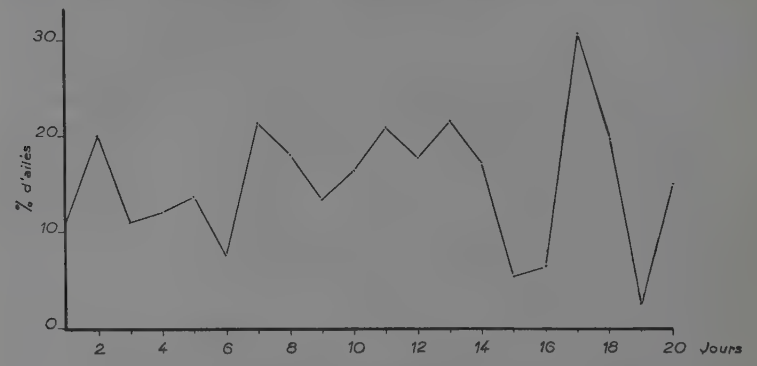


Fig. 68. — *M. persicæ*. Pourcentages d'ailés dans la descendance de virginipares aptères provenant de la descendance d'une fondatrice née 13 mois auparavant.

de leurs mères tous les 3 jours; le nombre des larves produites par période de 3 jours était au maximum de 20 et plus souvent de 10 à 12; ces larves étaient ensuite réparties sur des feuilles de Chou d'une surface de 60 à 70 cm².

Dans un autre essai commencé le 5 avril, des aptères ont été élevés en groupe à la température moyenne de 19°, les uns à la lumière naturelle, les autres à la lumière naturelle réduite à 10 h par jour. Les larves étaient séparées chaque jour de leurs mères et élevées sur des feuilles de Chou, à raison de 40 larves au maximum par cage; il a été obtenu, dans le premier cas, 783 aptères et 121 ailés, soit 13,3 p. cent d'ailés et, dans le second, 494 aptères et 110 ailés, soit 19,8 p. cent d'ailés. Les pourcentages quotidiens d'ailés ont varié de 2,5 à 30,6 (le 17e jour) (chiffres moyens pour les deux élevages); pour les 14 premiers jours de reproduction, ces pourcentages n'ont oscillé que de 7,5 à 20,8 (*fig.* 68).

2. Elevages individuels et élevages en surpopulation. — Des aptères ont été élevés individuellement ou en groupes de 10 et de 20 dans le courant des mois de mai et de juin, à la lumière naturelle réduite à 8 h 30 par jour et à une température moyenne de 18°. Les larves ont

été séparées de leurs mères tous les 3 jours et élevées sur des feuilles coupées à raison de 40 larves par feuille.

TABLEAU LXXIX.

Relation entre la densité de la population et le pourcentage des ailés.

Conditions expérimentales	Dates des naissances après la mue imaginale									
	2 j.	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Elevages individuels	0	3,6	17,7	5,4	18,8	50	20	25		
Elevages groupés :										
10 A	0,9	33,3	39,7	38,6	54,4	50,4	47,0	20,4	64,6	62,5
20 A	0	0	33,0	52,3	93,0	83,0	29,0	79,6	72,1	

L'examen de ce tableau montre qu'il existe une étroite corrélation positive entre la densité des géniteurs et des larves sur les feuilles et le pourcentage des ailés ; pour tous les lots, les proportions les plus élevées d'ailés se situent entre le 15ᵉ et le 18ᵉ jours.

3. Influence de la surpopulation sur les larves et les aptères adultes. — *Expérience n°* 1. — Elle a été commencée le 24 décembre et comprenait deux catégories de lots, les uns placés à la lumière naturelle (durée moyenne 8 h 30), les autres à la lumière permanente (lumière naturelle complétée par la lumière permanente) :

Lot A : élevage individuel (trois cages avec 1 aptère par cage).

Lot B : élevage groupé (cinq cages avec 6 aptères par cage).

Lot C : larves âgées de 12 à 24 h mises en surpopulation dans des cellules jusqu'au quatrième stade.

Lot D : larves en surpopulation dans des cellules à partir du deuxième stade.

Lot E : larves en surpopulation à partir du troisième stade.

Lot F : larves en surpopulation à partir du quatrième stade.

Lot G : Pucerons en surpopulation à partir de la mue imaginale, les larves produites étant enlevées chaque jour.

Lot T : larves élevées en non-surpopulation (témoin).

TABLEAU LXXX.

Influence de la surpopulation sur les larves et les adultes aptères combinée avec la lumière naturelle ou la lumière permanente.

Génération	Forme	Lumière naturelle								Lumière permanente							
		A	B	C	D	E	F	G	T	A	B	C	D	E	F	G	T
1ʳᵉ	Aptères.	105	412	68	101	140	120	305	49	56	446	40	52	120	110	147	39
	Ailés.	13	29	32	10	2	0	64	1	3	57	27	8	2	15	4	2
	P. cent ailés	11	6	32	9	1	0	17	2	5	11	40	13	1	12	2	4
2ᵉ	Aptères.			121	26	81	117					152	121	426	412		136
	Ailés			7	4	22	13					5	1	31	29		13
	P. cent ailés.			5	13	20	10					3	0	6	6		8

Une seconde génération a été élevée avec 20 aptères par lot. Dans le tableau ci-contre, il est mentionné sous le titre de « première génération », les Pucerons qui ont été soumis à la surpopulation (à l'exception du lot G), et de « seconde génération », les descendants de ces derniers.

On voit qu'il n'existe pas de différences significatives entre les lots placés à la lumière naturelle ou à la lumière permanente. Il n'a été obtenu un pourcentage d'ailés nettement supérieur à celui des lots T et A que dans le lot C (larves en surpopulation depuis la naissance jusqu'à la mue).

Expérience n° 2. — Des larves âgées de moins de 24 h ont été élevées jusqu'au stade imaginal dans des cellules de 6 mm de diamètre, à raison de 40 larves par cellule ; l'essai a été commencé le 7 janvier. Il a été obtenu :

Témoin .... 139 aptères 0 p. cent d'ailés.
Larves surpeuplées ... 486 aptères, 406 ailés, 45 p. cent d'ailés.

Expérience n° 3. — Il a été constitué quatre lots avec des larves engendrées par des virginipares aptères ; l'essai a été commencé le 3 mars.

Lot A ou témoin : les larves ont été prélevées moins de 24 h après leur naissance et réparties sur des feuilles de Chou, à raison de 30 larves par cage.

Lots B, C et D : les larves âgées de moins de 24 h ont été placées pendant 24 h (lot B), 48 h (lot C) et 72 h (lot D) dans des cellules de 6 mm de diamètre, à raison de 40 larves par cellule, puis élevées en non-surpopulation.

TABLEAU LXXXI.

Influence de la surpopulation sur les larves âgées de moins de 24 heures (Durée moyenne de l'éclairage : 11 h 30.)

Lots	Durée de la surpopulation	Nombre		p. cent d'ailés
		Aptères	Ailés	
A	Témoin.	477	56	11
B	24 h	165	25	13
C	48 h	108	37	25
D	72 h	108	75	40

Ces diverses expériences montrent qu'à une température moyenne de 19° la surpopulation n'entraîne l'apparition des ailés que lorsqu'elle s'exerce pendant 48 h au moins sur des larves âgées de moins de 24 h.

Expérience n° 4. — Les expériences précédentes ont été faites lorsque la durée de l'éclairage naturel était relativement faible ; il était intéressant de vérifier si un éclairement plus intense et plus long ne modifiait pas le pourcentage des formes ailées. L'essai a été

commencé le 2 avril ; de jeunes larves ont été élevées dans des cellules pendant 24, 48 et 72 h, à la lumière naturelle d'une durée moyenne de 15 h et d'autres pendant les mêmes temps à la lumière naturelle limitée à 10 h (de 7 h 30 à 19 h 30).

TABLEAU LXXXII

Influence de la durée de l'éclairage sur des larves placées en surpopulation pendant 24, 48 et 72 heures.

	Lumière naturelle (15 h)			
	Témoin	Surpopulation		
		24 h	48 h	72 h
Composition.........	783 A.-131 L.	566 A.-101 L. 1 I.	413 A.-83 L.	132 A.-39 L.
P. cent d'ailés	14,9	15,1	18,7	22,8
	Lumière naturelle réduite à 10 h			
	Témoin	Surpopulation		
		24 h	48 h	72 h
Composition.........	493 A.-128 L. 2 I.	389 A.-129 L.	214 A.-99 L.	164 A.-77 L.
P. cent d'ailés	20,6	30,8	31,6	32,0

Il résulte de cette expérience qu'en période de jours longs une réduction de la durée de l'éclairage favorise la production des formes ailées.

4. Influence de la surpopulation appliquée aux adultes aptères et à leurs larves. — Nous avons vu que la surpopulation s'exerçant entre des jeunes larves entraînait la production d'un pourcentage important d'ailés ; l'influence positive que pouvait éventuellement exercer le contact prolongé des aptères avec leurs larves ne pouvait, en conséquence, être déterminée que par une augmentation de la proportion d'ailés par rapport à des larves séparées de leurs mères peu après la naissance et placées en surpopulation.

Il a été élevé comparativement, au début du mois de janvier, les quatre lots suivants :

A. — Témoin. Aptères en non-surpopulation et larves séparées tous les 2 à 3 jours.

B. — Elevage dans des cellules de 6 mm de diamètre (surface 28 mm²) de 1 aptère avec ses larves, celles-ci n'étant enlevées des cellules que lorsqu'elles étaient parvenues au troisième stade (6 cellules).

C. — Elevage dans des cellules de 10 mm de diamètre (surface 82 mm²), soit trois fois plus grandes que les cellules du lot B, de 3 aptères avec leurs larves dans les mêmes conditions que pour le lot B (7 cellules).

D. — Larves en surpopulation dans des cellules de 6 mm de diamètre, à raison de 40 larves par cellule.

Cet essai a donné les résultats suivants :

Lot A	0 p. cent d'ailés
Lot B	31 p. cent d'ailés
Lot C	52 p. cent d'ailés
Lot D	45 p. cent d'ailés

Le nombre de larves parvenues au stade adulte a été sensiblement le même pour les lots B et C (13 descendants par mère pour le lot B, 11 pour le lot C), mais le pourcentage d'ailés a été nettement plus élevé dans le lot C, bien que l'espace dont disposaient chaque mère et sa descendance fut le même dans les deux lots. La surpopulation s'est exercée de diverses façons dans les trois lots :

— pour le lot D : entre les larves seulement ;

— pour le lot B : entre la mère et ses larves d'une part et entre les larves d'autre part (mais d'une manière moins prononcée que dans le lot D) ;

— pour le lot C : entre la mère et ses larves, entre les larves et entre les 3 adultes.

Ceci montre qu'une surpopulation, même relativement peu marquée, entre les aptères adultes (chaque Puceron disposait de 27 mm²) augmente légèrement la proportion des ailés.

5. Influence de la surpopulation sur les virginipares ailés. — Des virginipares ailés, dont les ailes étaient coupées, ont été élevés en surpopulation dans des cellules de 6 mm. Le lot A comprenait trois cellules renfermant chacune 10 ailés ; les larves étaient séparées de leurs mères dès qu'elles avaient atteint le deuxième stade et elles étaient élevées ensuite sur des feuilles coupées. Le lot B était également constitué par trois cellules renfermant 10 ailés ; les larves étaient séparées de leur mère lorsqu'elles étaient âgées de moins de 24 h et mises en surpopulation pendant 2 jours dans des cellules, à raison de 40 larves par cage. Enfin, le lot C ou témoin comprenait 25 ailés aux ailes non coupées et élevées en non-surpopulation (larves séparées de leurs mères tous les 3 jours).

Il a été obtenu :

Lot A : 240 A.38 L, soit	15,8 p. cent d'ailés
Lot B : 233 A.58 L, soit	19,9 p. cent d'ailés
Lot C : 238 A.34 L, soit	12,5 p. cent d'ailés

Cette expérience montre que les ailés de *M. persicæ* peuvent engendrer un pourcentage important d'ailés, même lorsqu'il n'y a pas de surpopulation ; le contact prolongé des larves avec leurs mères (lot A) n'a pas entraîné une augmentation de la proportion d'ailés.

C. — Conclusions.

La surpopulation est un des agents les plus actifs de la production des formes ailées ; son mode d'action diffère suivant les espèces.

B. brassicæ fait preuve d'un instinct grégaire très marqué ; les larves restent étroitement groupées autour de leur mère ; devenues adultes, elles se déplacent rarement et se reproduisent non loin de l'endroit où elles sont nées ; il se constitue ainsi de fortes colonies extrêmement denses.

Les larves de *M. persicæ*, au contraire, s'éloignent de leur mère à partir de la fin du deuxième stade larvaire et se dispersent sur le feuillage : la mortalité est toujours importante lorsque l'on cherche à créer expérimentalement une densité élevée de population.

Les larves de *B. brassicæ* qui restent au contact de leur mère pendant au moins 72 h et à une température moyenne de 20°, deviennent ailées dans une forte proportion. Cette production des ailés dépend à la fois de la mère et des larves ; avec des aptères dont la croissance larvaire s'est effectuée dans des conditions de non-surpopulation, les ailés n'apparaissent que parmi les larves produites à partir du 4e jour et le pourcentage maximum d'ailés s'observe entre le 7e et le 12e jours de la période de reproduction. Il se produit très peu d'ailés parmi les larves âgées de moins de 24 h mises en surpopulation ; il en est de même avec les larves produites par des aptères mis en surpopulation, mais qui sont séparées de leur mère moins de 48 h après leur naissance.

Les ailés apparaissent avant le 4e jour de ponte si les virgini pares aptères sont mis en surpopulation à partir du troisième stade larvaire et laissés dans cet état jusqu'à leur mort. Il peut alors apparaître des ailés dans la descendance dès le 1er jour de reproduction ; on observe cependant, ici aussi, le pourcentage maximum d'ailés entre le 7e et le 12e jour.

La surpopulation agit d'une manière toute différente pour *M. persicæ*. Il apparaît parmi les Pucerons prélevés dans une lignée issue d'une fondatrice depuis au moins 15 à 18 mois un pourcentage important d'ailés, même dans les élevages individuels.

Les larves engendrées par des aptères mis en surpopulation, mais qui sont séparées de leur mère chaque jour, deviennent ailées dans une faible proportion ; par contre, bon nombre de larves âgées de moins de 24 h mises en surpopulation entre elles pendant 48 à 72 h acquièrent des ailes. Les larves mises en surpopulation entre elles donnent un pourcentage d'ailés légèrement moins élevé que les aptères placés avec leurs larves dans les mêmes conditions.

Les virginipares ailés de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* peuvent produire des ailés, mais dans une proportion sensiblement moindre que celle fournie par les aptères placés dans les mêmes conditions expérimentales.

Le terme de « surpopulation », qui a été employé par les divers chercheurs et que nous avons également utilisé en raison de sa commodité, est impropre. Ainsi que l'a signalé P.-P. GRASSÉ (1946), la surpopulation entraîne des troubles divers : alimentation déficiente, compétition vitale, parfois intoxication. Il ne fait pas de doute que les colonies très denses de Pucerons épuisent rapidement les tissus végétaux et que les jeunes larves ne peuvent sucer que des cellules qui ont déjà été lésées par les pièces buccales de leurs mères ou de larves plus âgées.

Nous avons signalé, page 146, que des aptères ou de jeunes larves de *B. brassicæ* élevés dans des cellules, sur l'emplacement occupé pendant plusieurs jours par une forte colonie de Pucerons, ne produisent pas d'ailés ou ne deviennent pas ailées.

Les *Myzus* aptères vivent peu de temps sur des portions de feuilles qui ont servi à l'alimentation d'autres *Myzus;* leur descendance ne comprend que des aptères.

On peut donc en conclure que la disette qui résulte d'une forte densité de population n'entraîne pas la production de formes ailées ou tout au moins que son action est des plus limitées.

Dans la plupart des expériences qui ont été citées précédemment, les Pucerons qui étaient placés dans des cellules étaient transférés, toutes les 24, 48 ou 72 h, sur d'autres feuilles ; l'emplacement occupé par ces Pucerons n'était pas décelable au moment de l'enlèvement des Aphides ; ce n'est que 2 à 4 jours plus tard, suivant la température, que le limbe jaunissait plus rapidement et plus fortement à cet endroit que sur le restant de la feuille.

La production des ailés que nous avons obtenue au cours des expériences mentionnées dans ce chapitre relève de l'action de l'*effet de groupe* (GRASSÉ, 1942-1946). GRASSÉ et CHAUVIN (1944) ont signalé l'importance de l'effet de groupe chez les insectes sociaux.

Dans les pages qui précèdent, nous avons montré que l'effet de groupe est capable d'amener des larves, destinées à devenir des virginipares aptères, à se transformer en virginipares ailés (BONNEMAISON, 1948-*c* - 1949-*a*). Son action n'est pas, par conséquent, limitée aux insectes sociaux ; BADONNEL (1948) a pu obtenir à volonté des types microptères, brachyptères et macroptères de *Psyllipsocus Rambuti* Sel. Long., par l'élevage de 1 à 4 larves et plus dans de petites cellules.

CHAUVIN (1943) conclut de ses recherches sur les Acridiens migrateurs que les stimuli actifs sont, les uns visuels, les autres tactiles, et que les réceptions antennaires jouent un rôle prépondérant.

Nous avons élevé comparativement des aptères normaux de *B. brassicæ* et des aptères dont les antennes avaient été coupées l'expérience a été commencée le 29 janvier et les Pucerons des deux lots ont été déposés sur des feuilles de jeunes Choux ; le témoin était constitué par des aptères qui ont été répartis sur des feuilles.

Les larves sont restées étroitement groupées autour de leur mère; il en est résulté une très forte densité locale et une production importante d'ailés.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Témoin	6,5 p. cent d'ailés
Aptères à antennes coupées	14,5 p. cent d'ailés
Aptères à antennes non coupées	30,3 p. cent d'ailés

Cette expérience montre que les antennes n'interviennent que partiellement dans la transmission de l'effet de groupe; celui-ci doit dépendre également de la réception de stimuli visuels et tactiles s'exerçant par l'intermédiaire des pattes ou des téguments.

Nous avons indiqué, pages 52 à 58, que les virginipares ailés de *B. brassicæ* pouvaient apparaître en grand nombre à toute époque de l'année, et principalement à la fin du mois de mai ou au début de juin sur les hampes florales et les feuilles de Chou, ainsi qu'à la fin du mois d'octobre; ces pourcentages élevés d'ailés se produisent constamment en corrélation avec une très forte densité de population sur les plantes-hôtes.

Les virginipares ailés de *M. persicæ* peuvent également s'observer pendant toute l'année; ils sont particulièrement abondants sur les Pommes de terre au moment de la maturité (juillet). Nous avons signalé, page 81, que l'apparition de ces ailés était liée, pour une part, au desséchement des feuilles et, d'autre part, aux déplacements des Pucerons vers les feuilles encore vertes, ce qui entraînait une brusque augmentation de la densité de population.

Pour les deux espèces, l'apparition des formes ailées est donc due à l'effet de groupe et celui-ci peut agir à des températures relativement basses ou avec des éclairements de durée très variable, puisque les ailés s'observent aussi bien en juillet qu'en décembre ou janvier (BONNEMAISON, 1948-*c*).

Nous avons indiqué, pages 53-56, que les prédateurs et parasites de *B. brassicæ* sont particulièrement nombreux à partir du début du mois de juin; ils déciment les colonies et les *Brevicoryne* ne subsistent plus que sous la forme de Pucerons isolés ou de groupements de quelques individus seulement. Au cours du mois de septembre, le nombre et l'activité de ces prédateurs ou parasites diminuent fortement par suite de la rareté des Pucerons et de l'abaissement de la température (BONNEMAISON, 1948-*b*). Les Pucerons peuvent alors se multiplier à nouveau, ce qui permet à l'effet de groupe de se manifester temporairement; le développement des colonies entraîne, en effet, un renouveau d'activité de certains prédateurs et parasites jusqu'aux premiers froids; si l'hiver est doux, les Pucerons peuvent se reproduire lentement et il peut se constituer de petites colonies qui pourront donner naissance à des ailés au cours des mois de décembre à mars.

Des phénomènes du même ordre s'observent chez *M. persicæ;* cependant, cette espèce y est moins fortement sujette par suite de sa dispersion sur la plante-hôte.

X. — INFLUENCE DE LA FORME APTÈRE OU AILÉE DES PARENTS

Il a été reconnu depuis longtemps (Klodnitski, 1912 ; Gregory, 1917) que les ailés ont une tendance beaucoup plus marquée à produire des descendants aptères que les virginipares aptères. Par ailleurs, les virginipares ailés se trouvent souvent au sein des colonies de manière très irrégulière et certains chercheurs ont été amenés à attribuer l'apparition des ailés à l'action d'agents internes.

D'après Klodnitski (1912), l'apparition des ailés chez *Macrosiphum rosæ* L., *Aphis hederæ* Kalt, etc., dépend de causes internes, agissant périodiquement ou non : les cycles des diverses espèces d'Aphides se seraient réalisés à la suite d'une adaptation à différentes conditions d'existence. Les facteurs externes ne peuvent amener que des modifications légères, d'ordre physiologique, mais ils sont incapables de provoquer des modifications morphologiques.

Shull (1918), expérimentant avec *Macrosiphum solanifolii* Ashm, a obtenu, avec trois générations d'aptères, 285 descendants aptères et 517 descendants ailés ; avec trois générations d'ailés, il a été compté 544 aptères contre 202 ailés. Il a élevé des aptères et des ailés de cette espèce sous différentes combinaisons de température et de lumière ; dans tous les cas, les pourcentages d'ailés ont été très importants, variant de 12 à 58 p. cent ; le nombre d'ailés a été souvent légèrement plus élevé dans la descendance des Aphides aptères que dans celle des ailés ; l'inverse s'est produit dans quelques lots.

Baker et Turner (1919) ont observé l'apparition d'ailés de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch dans cinq générations consécutives, alors qu'il n'a été obtenu que des aptères dans d'autres lignées élevées pendant la même période. Ils émettent l'opinion que la production des formes ailées est un caractère héréditaire, propre à certaines lignées.

Davidson (1921 *a*) a signalé que les virginipares ailés d'*Aphis fabæ* Scop. produisent presque uniquement des virginipares aptères ; par contre, les aptères placés dans de bonnes conditions de température et de nutrition ont généralement une descendance mixte ; il est rare que cette dernière comprenne uniquement des aptères. Les aptères ont une « tendance innée » à donner des ailés ; l'apparition des formes ailées serait déterminée par des facteurs internes dont l'action est amplifiée ou réduite par les facteurs externes ; celle des ailés migrants dépendrait également de facteurs internes (Davidson, 1929).

Dans un autre travail (1927), Davidson déclare que les virginipares aptères ne peuvent pas être considérés comme une forme ailée qui a perdu ses ailes ; eu égard à la nature des descendants des deux formes, il semble qu'il y ait une apparition rythmique plus ou

moins régulière d'ailés et d'aptères durant le cycle vital de l'espèce, les formes ailées se développant principalement à des périodes appropriées. Cette production rythmique des deux formes peut être modifiée expérimentalement par l'action de la température et de la nutrition et il peut être obtenu une augmentation de la proportion des aptères.

Chez *Lachnus pini* L. (*Cinara pini* L.), il y a, d'après MASON (1922), une alternance plus ou moins parfaite des formes ailées et aptères ; les conditions de milieu n'auraient pas d'effet sur la production des formes ailées du Puceron, au moins dans la première génération.

ACKERMANN (1926) a élevé aux températures constantes de 26°, 24° et 14° des virginipares ailés ou aptères de *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch. ; dans tous les cas, il a obtenu un pourcentage beaucoup plus important d'ailés dans la descendance des aptères que dans celle des ailés.

Opérant avec *Aphis gossypii* Glover, REINHARD (1927) a constaté que les ailés donnent invariablement naissance à des formes aptères. Il a été élevé cinquante-neuf générations consécutives d'aptères ; dans trois cas seulement, un très petit nombre d'ailés sont apparus dans ces générations.

Onze générations consécutives d'aptères d'*Hyalopterus pruni* Koch ont été élevées par SMITH (1937), à des températures moyennes de 15° à 19° 8 ; le nombre d'ailés a été nettement plus important dans les sept dernières générations.

WADLEY (1923) a élevé *Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch à différentes températures constantes ; il a utilisé des aptères provenant d'aptères, ainsi que des aptères produits par des ailés et a remarqué que le pourcentage d'ailés était d'autant plus important que la forme ailée était plus éloignée dans l'ascendance : les pourcentages moyens d'ailés obtenus aux différentes températures ont été les suivants :

Grand-mère	aptère.	mère aptère	: 9,2 p. cent d'ailés.
—	ailée.	— aptère	: 6,0 p. cent d'ailés.
—	aptère.	— ailée	: 2,3 p. cent d'ailés.
—	ailée.	— ailée	: 0 p. cent d'ailés.

EWING (1925) a utilisé le même Puceron et a ajouté aux résultats précédents celui qu'il a obtenu par l'élevage de Pucerons produits par une lignée composée uniquement d'aptères depuis au moins seize générations ; dans ce dernier cas, il y a 30 p. cent d'ailés.

Le premier point à étudier était le suivant : apparaît-il obligatoirement un grand nombre d'ailés parmi la descendance de virginipares aptères issus de plusieurs générations consécutives d'aptères ? Cela ne fait aucun doute pour WADLEY et EWING.

Nous n'avons rien observé de semblable avec *B. brassicæ* et *M. persicæ*. Il a été élevé douze générations consécutives d'aptères de la première espèce. Aucun ailé n'est apparu, bien que l'expérience

ait porté sur près de 5 000 insectes. Deux lignées de *M. persicæ* ont été élevées au laboratoire et à la lumière naturelle, l'une était issue d'un *fundatrigenia aptera* et l'autre d'un *fundatrigenia alata*. De la fin avril jusqu'au début d'octobre (date à laquelle les sexupares ailés ont fait leur apparition), il a été obtenu quinze générations consécutives dans le premier cas et 14 dans le second ; toutes ces générations étaient exclusivement composées d'aptères.

Nous pouvons donc en conclure que dans des conditions normales, c'est-à-dire parmi les descendants d'une fondatrice éclose au printemps, il n'existe pas de facteur interne amenant l'apparition des ailés parmi la descendance des virginipares aptères.

Nous montrerons au chapitre suivant qu'il n'en est pas de même dans le cas particulier des virginipares aptères provenant d'une lignée se reproduisant exclusivement par parthénogénèse depuis plus de 12 mois.

Ainsi que nous le verrons à la quatrième partie de ce travail, les *fundatrigeniæ apteræ* ne peuvent être assimilés à ce point de vue à des virginipares aptères.

Ce premier point étant acquis, il y avait lieu de préciser si des insectes placés dans des conditions favorables à la production des formes ailées n'engendraient pas des pourcentages d'ailés différents suivant la nature et l'ascendance des géniteurs : virginipares aptères et virginipares ailés, virginipares aptères provenant de virginipares aptères et virginipares aptères descendant de virginipares ailés.

Il a été signalé, page 189, que les virginipares ailés de *B. brassicæ* élevés en surpopulation engendrent un petit nombre d'ailés, alors que les aptères placés dans les mêmes conditions en produisent un pourcentage important.

Les virginipares ailés ou aptères de *M. persicæ* issus d'une fondatrice éclose moins de 12 mois auparavant produisent presque exclusivement des aptères, s'ils reçoivent une alimentation satisfaisante et si l'effet de groupe n'intervient pas.

Il a été élevé, dans des cellules de 6 mm de diamètre, 60 larves âgées de moins de 24 h produites par des virginipares aptères ou ailés provenant d'une lignée de *Myzus* issue d'une fondatrice éclose l'année précédente. L'expérience a été faite à la lumière naturelle (durée 12 h) et à une température moyenne de 19° ; elle a été commencée le 20 septembre et a donné les résultats suivants : descendants de virginipares aptères : 811 A, 456 L, soit 35,9 p. cent d'ailés ; descendants de virginipares ailés : 542 A, 125 L, soit 18,7 p. cent d'ailés.

En faisant agir, au cours du mois de juin, l'effet de groupe sur des virginipares aptères de *B. brassicæ* engendrés, les uns par des ailés et les autres par des aptères provenant de quinze générations consécutives d'aptères, nous n'avons pas noté de différences significatives entre les deux lots : l'expérience a été répétée en septembre avec des aptères provenant de vingt générations consécutives d'aptères et a donné des résultats analogues.

Il n'existe pas, chez les virginipares de *B. brassicæ* et de *M. persicæ*, un « facteur interne » qui amène les aptères à produire des ailés et les ailés à donner naissance à des aptères. La descendance normale des virginipares aptères et des virginipares ailés prélevés dans une lignée issue d'une fondatrice depuis moins de 12 mois, est constituée uniquement par des aptères s'il n'intervient pas de facteurs favorisant la production des ailés ; mais si l'on fait agir l'effet de groupe sur les aptères ou les ailés ainsi que sur leur descendance, il entraînera la production d'un pourcentage d'ailés plus important chez les premiers que chez les seconds.

Il est un fait qui ne paraît pas avoir été pris en considération par les divers auteurs qui admettent l'existence d'un facteur interne ; c'est que les ailés ont la faculté de se déplacer très rapidement d'une plante à l'autre ; ils peuvent ainsi déposer un très petit nombre de larves sur la plante-hôte, puis se porter sur un autre végétal où ils pourront à nouveau pondre quelques descendants. En plein air, les ailés sont fréquemment entraînés par le vent, alors que les aptères n'en sont nullement affectés. La fécondité des ailés est beaucoup plus faible que celle des aptères ; enfin, même chez les espèces où les virginipares aptères font preuve d'un grégarisme assez poussé, comme *B. brassicæ*, les ailés manifestent une tendance assez marquée à vivre isolément.

La conséquence de ces quelques particularités est que les larves produites par les ailés seront généralement peu nombreuses et qu'il y a de très faibles chances pour que l'effet de groupe puisse intervenir ; ces larves seront donc aptères en majorité ou même en totalité.

La grande fécondité des aptères leur permettra de fonder des colonies denses permettant à l'effet de groupe de se manifester et entraînant, de ce fait, le développement des formes ailées. Si des facteurs adverses (précipitations, prédateurs, parasites) n'interviennent pas, il pourra donc apparaître alternativement des virginipares aptères et ailés, comme l'a signalé Mason, mais cela ne sera dû en rien à l'action d'agents internes.

Par contre, si l'espèce de Puceron en observation est la proie de parasites ou de prédateurs, cette alternance sera troublée ; il y aura production de formes aptères tant que la multiplication des Pucerons sera entravée par leurs ennemis ; lorsque ceux-ci se nymphoseront, ou que leur activité diminuera pour une cause quelconque (compétition, action d'agents abiotiques), les colonies pourront s'accroître et il apparaîtra, généralement en automne, des ailés qui créeront de nouvelles colonies (Bonnemaison, 1948-*b*) ; à ce moment, certains prédateurs ou parasites pourront détruire un grand nombre de Pucerons et retarder la formation des ailés. Cette conjoncture pourra donner l'illusion d'un cycle où les virginipares aptères et ailés alternent régulièrement ; c'est ce fait qui a amené Klodnitski à envisager l'action de facteurs internes et à nier l'influence de tout agent externe.

XI. — FACTEUR « FONDATRICE »

Les expériences réalisées avec *M. persicæ*, et relatées page 190, ont montré que les virginipares aptères provenant d'une fondatrice éclose depuis plus de 12 mois ont une certaine tendance à produire des virginipares ailés, même lorsqu'il n'existe pas de facteurs extérieurs favorables à leur apparition : les virginipares ailés peuvent également engendrer des ailés et l'effet de groupe renforce cette tendance naturelle.

Les expériences citées précédemment ont été faites dans plusieurs cas en parallèle avec les descendants de fondatrices écloses de 2 à 8 mois avant la date des essais ; il a été observé des résultats très différents entre les deux lots.

1. Elevages individuels. — Des aptères issus de *fundatrigeniæ alatæ* ont été élevés individuellement au laboratoire, pendant tout l'été de l'année 1948, sur des feuilles de Chou. Ils ont produit exclusivement des virginipares aptères ; il n'est apparu des formes ailées que le 7 octobre ; ce n'étaient pas des virginipares ailés, mais des sexupares.

Il a été procédé à de nouveaux élevages individuels, en 1949, avec des descendants de *fundatrigeniæ alatæ* et *apteræ* obtenus au printemps ; les pourcentages moyens d'ailés ont été de 2 p. cent. Au contraire, des ailés apparaissent d'une façon assez régulière dans des élevages individuels de virginipares aptères provenant de fondatrices écloses l'année précédente, quelles que soient les conditions d'éclairement. L'expérience suivante, commencée le 4 mai et terminée le 15 juin, a porté sur deux générations.

	1re génération		2e génération	
Lumière naturelle (15 à 16 h).	374 A. 3 L.	0,79 p. cent	234 A.34 L.	12,6 p. cent
Lumière naturelle 12 h	198 A.42 L.	17,5 p. cent	178 A.80 L.	31 p. cent
Lumière naturelle 10 h	181 A.35 L.	16,2 p. cent	157 A.13 L.	7,6 p. cent
Lumière naturelle 8 h	171 A.19 L.	10 p. cent	198 A.35 L.	15 p. cent
Obscurité permanente	101 A. 2 L.	1,9 p. cent	88 A.16 L.	15,3 p. cent

Les pourcentages d'ailés ont diminué fortement à partir de la fin du mois de juin et n'ont plus présenté de différences significatives avec les descendants de fondatrices écloses au printemps de l'année 1949.

2. Influence de l'effet de groupe. — Les expériences mentionnées page 190 ont montré que les ailés de *M. persicæ* apparaissent dans une forte proportion parmi la descendance d'aptères provenant d'une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis au moins 12 mois. Lorsque les larves sont séparées de leurs mères tous les jours, la proportion totale des ailés varie de 13 à 20 p. cent ; elle atteint 30 à 93 p. cent lorsque les larves sont enlevées tous les 3 jours.

Des descendants de *fundatrigeniæ apteræ* et *alatæ* ont été élevés en groupes de 10 et les larves étaient séparées de leurs mères tous les 3 jours; les résultats globaux sont indiqués ci-dessous :

2e génération	(27/4-19/5)..................	89 A. 17 L.	15,5 p. cent
3e —	(12/5-13/6)..................	115 A. 3 L.	2,5 p. cent
4e —	(1/6-11/6)..................	140 A.	0 p. cent
5e —	(17/6- 5/7)..................	286 A. 5 L.	1,7 p. cent
6e —	(9/7-10/8)..................	427 A. 7 L. 5 I.	2,7 p. cent
7e —	(28/7-24/8)..................	430 A. 10 L. 4 I.	3,1 p. cent

Comme pour les élevages individuels, la proportion des ailés a donc été très faible dans la descendance des fondatrices écloses depuis 2 à 7 mois.

Des résultats analogues sont obtenus lorsque les larves sont mises en surpopulation dans des cellules; nous avons indiqué, page 192, que des larves âgées de moins de 24 h et mises en surpopulation dans des cellules devenaient ailées dans une proportion de 25 à 40 p. cent; avec des larves provenant d'une fondatrice éclose 3 mois auparavant, la proportion n'est plus que de 3 à 20 p. cent et les Pucerons aptères obtenus dans ces conditions ne produisent que des aptères.

Ces diverses expériences nous amènent à conclure que les larves ou les virginipares aptères provenant d'une lignée issue d'une fondatrice éclose depuis quelques mois présentent une tendance beaucoup moins prononcée à donner des ailés que celles prélevées dans une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis plus de 12 mois.

Il a été mentionné page 199 que des aptères de *R. prunifoliæ* provenant d'une lignée constituée par seize générations consécutives d'aptères produisaient 30 p. cent d'ailés, alors que des aptères provenant d'une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis quelques générations en donnaient 2 à 9 p. cent seulement. Cela serait dû, d'après Ewing, à ce que les ailés produisent normalement des aptères et que les aptères produisent d'autant plus d'ailés que le nombre de générations consécutives d'aptères est important. Il semble plutôt que cela soit dû, au moins pour une part, à l'éloignement de la reproduction sexuée.

Nous verrons au chapitre XV qu'il peut apparaître des formes sexuées jusqu'aux mois de mai et de juin dans la descendance de fondatrices nées l'année précédente (p. 306) et que des ailés apparaissent fréquemment dans l'élevage de ces Pucerons réalisé dans des conditions favorables à la production des formes sexuées.

Par ailleurs, la faculté d'engendrer des sexués diminue graduellement dans les lignées se reproduisant exclusivement par parthénogénèse. On peut en déduire que la tendance à la production d'un pourcentage élevé d'ailés va de pair avec une diminution de la possibilité pour ces mêmes Pucerons d'engendrer des formes sexuées (p. 303).

Il est très rarement noté des ailés dans les élevages individuels de *B. brassicæ* réalisés de manière à éviter l'effet de groupe. Cela ne prouve pas que le « facteur-fondatrice » est inexistant chez cette

espèce, mais signifie plus vraisemblablement qu'il est moins prononcé que chez *M. persicæ*. Un petit nombre d'ailés a cependant été observé à l'automne 1946 dans une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis le printemps 1945 et nous verrons, page 270, que ces ailés apparaissent en remplacement des sexués.

Il est d'ailleurs à noter qu'il est possible d'obtenir uniquement des aptères de *Myzus* avec une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis plus de 12 mois, si l'on prend la précaution d'isoler les larves.

Le « facteur-fondatrice » n'amène donc pas inéluctablement la production d'un certain nombre d'ailés ; il augmente seulement la sensibilité des individus à l'influence des agents (effet de groupe, maturité des tissus de la plante-hôte) qui favorisent le développement des ailés.

N. B. — La suite du Mémoire paraîtra dans le n° 2 des Annales.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BAWDEN (F.C.) et KASSANIS (B.). — **Some effects of host nutrition on the susceptibility of plants to infection by certain viruses** (Certains effets de la nutrition de l'hôte sur la sensibilité des plantes à l'infection par certains virus). *Ann. Appl. Biol.*, 37, 1, p. 46-57, 1950.

Des engrais agissant fortement sur la croissance du Tabac et de la Pomme de terre en pots n'ont guère d'effet sur le nombre de plantes contaminées par le virus Y lorsqu'on y dépose un nombre égal de Pucerons virulifères. Cependant ce nombre est légèrement diminué en présence d'Azote et augmenté par le Phosphore.

Le nombre de lésions locales produit sur les feuilles du *Nicotiana glutinosa* par le virus de la Mosaïque aucuba de la Tomate et le virus de la Mosaïque du Tabac était augmenté par addition d'Azote et de Phosphore, pourvu que ces doses augmentassent la croissance. Ces substances agissaient surtout indirectement en augmentant la taille des organes, mais, dans certaines limites, elles produisaient pourtant un accroissement du nombre de lésions par unité de surface foliaire. Le maximum de sensibilité correspond de très près aux conditions optimums de croissance. La sensibilité, mesurée soit d'après le nombre de lésions par demi feuille, soit d'après le nombre de lésions par unité de surface diminue lorsqu'il y a excès ou carence d'un élément nutritif. Dans certains cas l'addition d'Azote réduit la sensibilité alors qu'elle augmente encore la croissance. P. L.

KLECZKOWSKI (A.) et NIXON (H.L.). — **An Electron-Microscope Study of Potato virus X in different states of aggregation** (Examen au microscope électronique du virus X de la Pomme de terre dans différents états d'agrégation). *J. Gen. Micr.*, 4-2 p. 220-224, 1950.

Cette étude a été réalisée avec la souche X*y* maintenue sur le *Datura Stramonium*. On a réalisé par comparaison l'étude d'autres souches propagées sur la même plante ou sur Tabac et Tomate sans pouvoir noter de différences. Une goutte de matériel infectieux contenant une partie de virus pour 10^4 de collodion était déposée sur le porte-objet, le surplus de liquide étant enlevé après une minute en amenant une micropipette vide au contact du liquide. Les préparations contenant des sels étaient lavées à l'eau distillée. L'ombre était réalisée à l'aide de nickel ou de palladium.

Les photographies montrent des particules en bâtonnets dont la flexibilité contraste avec la rigidité de celles du virus de la Mosaïque du Tabac. L'épaisseur trouvée est 10 mμ tandis que TAKAHASHI et RAWLINS sur des photographies non ombrées avaient trouvé 16 mμ. Toutes les souches examinées avaient des particules de même épaisseur. Sur les meilleures photographies les particules disposées parallèlement à la direction de l'ombrage présentaient des bandes transversales régulières distantes de 10 mμ. Il est probable qu'il s'agit d'une structure réelle et non d'un artefact.

Lorsqu'on laisse la préparation vieillir ou quand on utilise un virus purifié par des acides ou des sels, les particules s'agrègent ou s'emmêlent en paquets. Cette agrégation est peut-être responsable de la perte de solubilité qui accompagne souvent la purification bien que des structures semblables s'observent sur les photographies tant de préparations purifiées sous forme soluble, que sous forme insoluble. L'hydrolyse en présence de Chymotrypsine fournit un produit trop petit pour que les éléments constituants des masses de substances observées puissent être distinguées. L'aspect est le même avec des préparations incubées ou non incubées. P. L.

BROADBENT (L.). — **The correlation of aphid numbers with the spread of Leaf roll and Rugose Mosaic in Potato crops** (La corrélation entre le nombre des Pucerons et l'expansion de l'Enroulement de la Pomme de terre et la Mosaïque rugueuse dans les champs de Pommes de terre). *Ann. Appl. Biol.*, 37, 1, p. 58-65, 1950.

Une analyse des résultats obtenus en Angleterre et dans le Pays de Galles de 1941 à 1947 a montré que l'expansion de l'Enroulement et de la Mosaïque rugueuse était en corrélation avec le nombre d'ailés du *Myzus persicae*. Il y avait également une corrélation avec le nombre maximum de *Myzus persicae* pour 100 feuilles, mais ceci résultait probablement d'une liaison de celui-ci avec la proportion d'ailés. L'expansion du virus Y (Mosaïque rugueuse) était moins étroitement liée que celle de l'Enroulement au nombre des *Myzus persicae* probablement en raison du fait que d'autres espèces de Pucerons jouent couramment le rôle de vecteurs. Avec les deux maladies, les corrélations les plus rigoureuses étaient obtenues lorsque les plantes malades étaient dispersées dans le champ (plus faible lorsqu'elles étaient placées côte à côte sur une ligne). L'auteur conclue qu'il est possible de prédire l'état sanitaire moyen que présenteront l'année suivante des lots de Pommes de terre lorsqu'on connaît les résultats moyens de capture d'ailés : des travaux ultérieurs doivent permettre de prédire l'état sanitaire de lots isolés. P. L.

SCHWARTZ (D.) et CUZIN (J.). — **Influence du facteur lumière sur le temps d'incubation de la Mosaïque du Tabac.** *Ann. Inst. Pasteur*, 79, 2, p. 178-185, 1950.

L'influence de la lumière sur la durée d'incubation a été étudiée sur la feuille inoculée elle-même, ce qui place les expériences dans des conditions tout à fait spéciales. Le diagnostic était fait sur les jeunes feuilles. L'influence de la lumière sur l'extériorisation des symptômes était donc éliminée. Les résultats indiquent une diminution de la durée d'incubation lorsque le traitement par l'obscurité précède l'inoculation. Au contraire, la durée d'incubation est augmentée lorsque le traitement succède à l'inoculation.

Les auteurs comparent leurs résultats avec ceux obtenus par BAWDEN et ROBERTS dans le cas des inoculations avec formation de lésions locales. Le facteur lumière n'agit pas seulement sur la probabilité de pénétration du virus en chaque point de la feuille, mais également sur la vitesse de développement du virus dans la feuille. L'importance de l'action de la lumière apparaît encore plus clairement si l'on tient compte de la subdivision de la durée d'incubation en deux phases, l'une de localisation dans la feuille inoculée et la suivante d'expansion dans le reste de la plante. P. L.

BLACK (L.M.), MORGAN (C.) et WYCKOFF (R.W.G.). — **Visualization of Tobacco mosaic virus within infected cells** (Mise en évidence du virus de la Mosaïque du Tabac au sein des cellules infectées). *Proc. Soc. Exp. Biol. N.Y.*, 73, 1 p., 119-122, 8 fig., 1950.

Photographies au microscope électronique de coupes de feuilles de Tabac de Turquie infecté par le virus de la Mosaïque du Tabac. On observe fréquemment la présence du virus sous forme de masses fibreuses associées aux chloroplastes fortement altérés. Le virus peut se distinguer nettement dans le cytoplasme, quelquefois sous la forme de longs filaments dépassant 280 mμ indiquant un arrangement bout à bout *in situ*. Les noyaux paraissent indemnes de virus et non altérés par l'infection. P. L.

WILLISON (R.S.). — **Viruses diseases of stone-fruit trees** (Les maladies à virus des arbres fruitiers à noyaux). *Rev. Appl. Biol.*, 37, 1, p. 127-130, 1950.

Exposé sur les maladies des arbres fruitiers à noyaux en Amérique du Nord et spécialement dans l'Ontario. L'auteur souligne la dispersion inévitable des efforts au stade actuel des recherches, celles-ci étant entreprises dans des regions très éloignées les unes des autres. Un effort de coordination est réalisé depuis 1941 où une réunion de Pathologistes des grands lacs et du Michigan fut réunie sous la présidence du Prof. GARDNER. Une réunion analogue eût lieu en 1945 pour les régions de l'Ouest américain. Le manuel des maladies à virus des arbres fruitiers paru en 1942 a été revu et doit prochainement reparaître sous une forme nouvelle.

Il faut distinguer dans les maladies à virus des arbres fruitiers à noyaux les *symptômes de choc*, généralement aigus, résultant de l'invasion de tissus sains en pleine vue de croissance. Ils apparaissent en général l'année même de la contamination sauf pour les grands arbres où le virus peut mettre 2 ou 3 ans à se répandre. Les *symptômes chroniques* sont ceux qui s'établissent ensuite lorsque l'infection est pleinement établie. Ils ont un caractère recurrent.

Certaines maladies telles que le « necrotic ringspot » des Cerises aigres ont des symptômes de choc mais pas de symptômes chroniques nets : la maladie tend à devenir masquée. D'autres, telles que l'X disease du Pêcher présentent des symptômes chroniques sans symptômes de choc. Par contre la jaunisse du Cerisier par exemple, présente les deux types de symptômes. Certaines maladies se rangent dans l'une de ces classes sur un hôte déterminé et dans une autre classe sur un hôte différent. De plus, lorsque l'inoculation intervient tard en saison les symptômes de choc ne peuvent pas se manifester. L'auteur décrit ensuite, de façon sommaire, les symptômes de quelques maladies. P. L.

PRENTICE (I.W.) et HARRIS (R.V.). — **Mosaic disease of the Raspberry in Great Britain. III. Further experiments in symptomes analysis** (La Mosaïque du Framboisier en Grande-Bretagne. III. Nouvelles expériences sur l'analyse des symptomes). *J. of Kortic. Sc.*, XXV, 2, p. 122-127, 1950.

Ce mémoire décrit des expériences ayant pour but de déterminer les réactions d'un certain nombre de variétés avec la Mosaïque 2 et d'obtenir des indications relatives à l'état sanitaire des lots du commerce. Les études ont porté sur les var. *Lloyd George, Norfolk-giant, Malling Landmark, Malling Promise.*

La majorité des lots commerciaux de *Lloyd George* dépourvus de symptômes de Mosaïque sont pourtant infectés par un ou plusieurs virus. Ceci explique la réduction de vigueur de cette variété qui ne pourrait être rétablie dans son état antérieur que par l'introduction de lots indemnes de virus.

Les greffages sur l'indicateur *Baumforth's seedling B* ont indiqué la présence, dans deux cultures de *Lloyd George* sur trois, d'un virus distinct de celui de la Mosaïque 2 et pour lequel le nom de *Curly dwarf* est proposé à titre provisoire. Les relations du *Curly-dwarf* avec les autres virus des *Rubus* sont inconnues. Les symptômes se rapprochent de ceux du *Blackberry-dwarf* du *Loganberry* mais les deux virus sont considérés comme distincts. *Malling seedling B* est complètement infectée par la Mosaïque 2 et cette variété, de même que *Malling Landmark* ne développe pas de symptômes utilisables pour le diagnostic. Un clone de *Red cross*, préalablement connu pour être uniformément infecté par la Mosaïque 2 a été découvert partiellement infecté par un virus additionnel non identifié. P. L.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

HOFFMANN (C.H.) et MERKEL (E.P.). — **Fluctuations in insect populations associated with aerial applications of D.D.T. to forests** (Fluctuations des populations d'insectes en rapport avec les traitements aériens de forêts au D.D.T.). *J. econ. entom.*, 41, 464-473, 1948.

Les essais ont été effectués sur des parcelles de forêt de 45 a à 2 ha 70 a. Le D.D.T. a été appliqué par pulvérisation, à des doses de 1 à 7,5 kg par ha. L'action insecticide a été observée pendant 1 à 3 mois. Aussitôt le traitement, les mortalités d'insectes sont énormes ; elles se poursuivent pendant 1 semaine quand on applique 1 kg de D.D.T. à l'ha, pendant plus de 3 mois, quand on en applique au moins 5 kg.

Les insectes velus (Lépidoptères, Abeilles) semblent très résistants au D.D.T. La dose de 1 kg par ha est efficace contre les insectes nuisibles, sans entraîner de destruction grave des auxiliaires. Si le produit est en solution huileuse, cette dose tue beaucoup d'insectes aquatiques. Les suspensions aqueuses en détruisent moins : un an après le traitement, les cours d'eau renferment plus d'invertébrés qu'avant, mais les espèces sont différemment représentées. Les traitements à forte dose détruisent beaucoup d'ennemis naturels des Pucerons et des Araignées rouges. A 5 kg par ha, de nombreuses espèces sont exterminées.

M. RAU.

NEWHALL (A.G.) et LEAR (B.). — **Soil fumigation for Nematode and disease control** (Fumigation des sols contre les Nématodes et les maladies). *Cornell univ. Agr. exp. st.*, Bull. 580, 32 p., 1948.

Depuis 10 ans, le prix de revient des fumigations du sol contre les Nématodes et les Taupins a diminué de 90 p. cent, grâce à la découverte de produits meilleur marché et d'un emploi plus facile. On peut citer en particulier le dibrométhane et le D-D., qui ne sont pas malheureusement d'aussi bons fongicides et herbicides que la chloropicrine.

Des essais faits en serre contre les Nématodes et les Taupins montrent que les traitements coûtent de 2,50 fr à 13 fr par pied de Tomate et augmentent les rendements de 66 à 90 fr. Des indications sont données pour l'emploi de la chloropicrine et du bromure de méthyle contre la Fonte des semis.

Les essais de plein air en culture maraîchère ont permis de fixer les doses d'emploi contre le Nématode des racines à 200 ou 300 kg par ha pour le D.D. et pour un produit contenant 10 p. cent de dibrométhane. Les injections sont faites à 15 cm de profondeur, en lignes distantes de 25 à 30 cm. En terre sableuse, il y a intérêt à augmenter la dose. Il existe un appareil mécanique pour ces traitements. M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

STRAGAND (G.L.) et SAFFORD (H.W.). — **Microdetermination of sulfur in organic compounds. A simplified gravimetric method** (Microdosage du soufre dans les composés organiques : méthode gravimétrique simplifiée). *Analyt. chem.*, 21, 625-628, 1949.

Un échantillon du composé soufré est brûlé dans l'oxygène avec du platine comme catalyseur. Le SO^3 formé passe sur une toile d'argent et donne du sulfate d'argent que l'on pèse. En présence d'un halogène, la toile d'argent est lavée à l'eau qui dissout le sulfate. Seul le fluor est gênant. M. RAU.

WREATH (A.R.) et ZICHSFOOSE (E.J.). — **Chemical estimation of tetraethyl-pyrophosphate** (Évaluation chimique du pyrophosphate de tétraéthyle). *Analyt. chem.*, 21, 808-810, 1949.

On pratique l'hydrolyse préférentielle des esters polyphosphoriques dans une solution aqueuse d'acétone à 25 p. cent. Les produits d'hydrolyse sont absorbés par une résine artificielle. La colonne effluente, qui contient le pyrophosphate, est soumise à une hydrolyse alcaline par la soude caustique. Enfin, on titre en retour par l'acide sulfurique.

M. RAU.

KETELAAR (J.A.A.) et BLOMSKA (A.H.). — **The rate of hydrolysis and composition of tetraethyl pyrophosphate (T.E.P.P.)** (Vitesse d'hydrolyse et composition du pyrophosphate de tétraéthyle). *Rec. des trav. chim. des Pays-Bas*, 67, 665-676, 1948.

Il semble se produire 3 réactions successives dans l'hydrolyse du pyrophosphate de tétraéthyle. Il se formerait d'abord de l'orthophosphate de triéthyle et probablement du métaphosphate d'éthyle polymérisé. On peut séparer ces composés par extraction et distillation moléculaire et obtenir le pyrophosphate à l'état pur. Dans la seconde réaction le métaphosphate d'éthyle polymérisé semble s'hydrolyser très rapidement en pyrophosphate acide de diéthyle symétrique. Il se produirait enfin un orthosphosphate de monoéthyle.

M. RAU.

GULLSTROM (D.K.) et BURCHFIELD (H.P.). — **Agricultural dusts. Determination of particle size distribution** (Les poudres agricoles : détermination des dimensions de leurs particules). *Analyt. chem.*, 30, p. 1173, 1948.

La dimension des particules des poudres fongicides ou insecticides organiques peut être déterminée par la méthode de la pipette de sédimentation, complétée par des méthodes optiques ou polarographiques. La nature du diluant utilisé pendant le broyage des poudres conditionne en partie la distribution des dimensions de particules dans les mélanges.

M. RAU.

HEAL (R.E.) et MENUSAN (H.). — **A technique for the bloodstream injection of insects and its application in tests of certain insecticides** (Technique d'injection dans le sang des insectes, avec application à l'essai de certains insecticides). *J. econ. entom.*, 41, 535-543, 1948.

Un appareil en verre, monté sur un support, et comportant une seringue, une aiguille et une réserve de liquide, peut être utilisé pour des essais de toxicité alimentaire et d'action de contact par goutte. Pour la Blatte, le volume optimum à injecter est de 0,002 cm^3 à 0,004 cm^3 par 100 mg de poids.

Cette technique permet l'établissement des courbes « dose-mortalité ». Elle donne des résultats précis avec des lots de 10 insectes. Les cinq insecticides essayés, arséniate de sodium, fluorure de sodium, nicotine, pyréthrines, roténone, sont plus toxiques en injection dans le sang que par contact ou par ingestion.

M. RAU.

HURST (H.). — **Reversible action of D.D.T.** (L'action réversible du D.D.T.). *Nature*, t. 163, p. 286, 1949.

Les lipides qui existent dans la cuticule des insectes jouent un rôle important dans l'action du D.D.T. sur le système nerveux périphérique. Cette action est d'abord réversible et analogue à celle des narcotiques solubles dans les graisses. Elle provoque une interférence avec l'utilisation des succinates qui sont des métabolites d'oxydation. L'antagonisme avec les succinates n'a pas été observé seulement dans le cas du D.D.T., mais dans celui de l'H.C.H.

Les essais ont porté sur des larves de *Calliphora erythrocephala*, qui sont très résistantes au D.D.T. A une certaine dose, elles présentent une phase initiale de paralysie, puis se métamorphosent : la paralysie cesse quand la température est portée de 20 à 36°. La phase de paralysie correspond à un équilibre qui peut être modifié, soit par détoxication du D.D.T., par augmentation de la capacité qu'ont les lipides cuticulaires de retenir le poison, ou par déplacement de celui-ci, au moyen de corps étrangers. Des exemples sont donnés de ces divers cas : en badigeonnant la cuticule des larves avec de la potasse caustique à 5 p. cent, on fait cesser presque immédiatement la paralysie, à la suite de l'hydrolyse de D.D.T. Les larves, plongées dans une solution de 2 p. cent de D.D.T. dans le kérosène, sont paralysées en 20 à 30 min. à la température de 20°. Elles ne reviennent pas à la vie, même si on élève la température : c'est que le kérosène a augmenté considérablement la perméabilité de la cuticule. On peut paralyser les Mouches par contact avec du D.D.T. cristallisé ; si on les saupoudre avec une fine poudre d'alumine, la paralysie se produit plus lentement. C'est que la poudre absorbe les lipides de la cuticule et gêne ainsi la pénétration du D.D.T.

M. RAU.

TATTERSFIELD (F.), POTTER (C.), LORD (K.A.), GILHAM (E.M.), WAY (M.J.) et STOKER (R.I.). — **Insecticides derived from plants** (Insecticides d'origine végétale). *Kew. bull.*, n° 3, 329-349, 1948.

Des essais d'action insecticide ont porté sur de nombreuses plantes anglaises, tropicales et chinoises. On a étudié, d'une part les extraits, d'autre part la poudre des plantes desséchées. Plusieurs plantes britanniques ont des propriétés insecticides, mais ne méritent pas une étude plus approfondie, sauf peut-être *Evonymus europaeus*.

Plusieurs plantes tropicales possèdent des actions de contact, d'ingestion ou de répulsion. Aucune n'est comparable aux insecticides végétaux ou de synthèse déjà en usage. On peut signaler *Randia nilotica*, de la Nigeria, et *Randia dumetorum*, de Ceylan.

Parmi les végétaux de Chine, le plus intéressant est *Milletia pachycarpa*, du groupe des Derris, mais il n'est pas si actif que les souches modernes de *Derris elliptica*. Ce sont ses graines qui contiennent l'insecticide et elles sont plus faciles à récolter que des racines. Ses extraits sont moins actifs que la poudre. Un net pouvoir insecticide a été reconnu également chez les racines de *Derris fordii*, l'écorce des racines *Tripterygium wilfordii* et les fleurs de *Rhododendron molle*.

M. RAU.

SHERMAN (M.). — **Relative toxicity of the isomers of benzene hexachlorides to several insects** (Toxicité relative des isomères de l'H.C.H. envers plusieurs insectes). *J. econ. entom.*, 41, 575-583, 1948.

Envers les adultes d'*Oncopeltus fasciatus*, les isomères α, β, δ et ε de l'H.C.H. sont pratiquement dépourvus de toxicité. Sur *Epilachna varivestis*, l'isomère δ et l'heptachlorocyclohexane ont une légère activité ; les isomères α, β et ε ne sont pas toxiques. Sur larves de *Prodenia eridania*, l'isomère γ est 50 fois plus actif que le δ ; les autres isomères ont encore moins d'action. Tous les insectes considérés sont sensibles à l'action gazeuse de l'isomère γ ; les autres isomères n'ont pas de toxicité gazeuse appréciable.

M. RAU.

YUN-PEI-SUN, NORTON (L.B.) et RAWLINS (W.A.). — **Factors affecting toxicity in formulating chlordan emulsions** (Facteurs de la toxicité dans les émulsions à base de chlordane). *J. econ. entom.*, 41, 751-755, 1948.

La formule générale soumise aux essais était la suivante : 20 g de chlordane, 77 cm³ de solvant tel que le kérosène, 10 cm³ d'émulsif. Dans les applications sur le feuillage des Cucurbitacées, le pouvoir mouillant est insuffisant, lorsqu'il n'existe que 0,01 à 0,05 p.cent d'émulsif dans la bouillie prête à l'emploi ; avec une bouillie à 0,1 p. cent de chlordane, la mortalité du Puceron du Melon passe de 26 p. cent avec 0,05 p. cent d'émulsif à 80 p. cent avec 0,1 p. cent d'émulsif. L'addition à une bouillie à 0,125 p. cent de chlordane de 0,02 p. cent de lauryl-sulfate de Na porte la réduction de population des Pucerons de 54 à 76 p. cent. Le mouillant n'agit que s'il y a suffisamment d'émulsif pour que l'émulsion soit complète.

Contrairement à ce que l'on attendait, l'efficacité de la bouillie diminue quand la concentration en matière active augmente dans le produit de base ; pour y remédier, il faut augmenter l'émulsif en même temps que la matière active. Les différents solvants sont équivalents, sauf l'huile de lin brute qui a donné de meilleurs résultats. Cinq émulsifs du commerce n'ont présenté aucune différence d'action entre eux. M. RAU.

SCHROEDER (H.O.), JONES (H.A.) et LINDQUIST (A.W.). — **Certain compounds containing the methylene-dioxyphenyl group as synergists for pyrethrum to control flies and mosquitoes** (Emploi de certains composés contenant le groupe méthyldioxyphényle comme synergistes du pyrèthre dans la lutte contre les Mouches et les Moustiques). *J. econ. entom.*, 41, 890-894, 1948.

Les essais ont porté sur 30 composés renfermant le groupement $CH_3O_2C_6H_3$. Ils ont été effectués dans des chambres d'intoxication, avec des formules comportant, soit de 1 à 10 p. cent du composé, 1 p. cent de D.D.T. et 0,1 p. cent de pyrèthrines, soit 20 p. cent du composé et 2 p. cent de pyrèthrines. Les produits organiques qui agissent par synergisme contre les Mouches et les Moustiques sont : le pipéronyl-cyclonène, le 4. (3,4 méthyldioxyphényl)-5. éthyl. 1.3. dioxane, le 2. (3.4. méthyldioxyphényl)-4.4. diéthyl. 1.3. dioxane, l'ester n. amylique de l'acide pipéronylique et les concentrés de sésamine. D'autres composés sont actifs seulement contre les Moustiques. M. RAU.

METCALF (R.L.). — **Acaricidal properties of organic compounds related to D.D.T.** (Propriétés acaricides de composés organiques voisins du D.D.T.). *J. econ. entom.*, 41, 875-882, 1948.

Une centaine de composés organiques plus ou moins voisins du D.D.T. ont été essayés sur Oranger contre *Paratetranychus citri* et *Heliothrips hemorrhoidalis*. Le D.D.T. et les diphényltrichloréthanes analogues comportant diverses substitutions en p.p' dans les noyaux peuvent être insecticides, mais jamais acaricides. Toute modification de la structure des noyaux diminue fortement l'action insecticide. Si on modifie le groupement trichloréthane, les propriétés insecticides diminuent et l'action acaricide augmente. Dans le groupe, celle-ci atteint son maximum avec le composé dichlorodiphénylméthane, les Cl étant en position para : $(ClC_6H_4)_2 = CH_2$. Ce corps reste en même temps insecticide.

Certains composés ayant un oxygène dans leur groupement aliphatique, par exemple le dichlorodiphényléthanol, sont eux aussi nettement acaricides ; cette propriété se perd lorsque la fonction OH est remplacée par un Cl. Parmi les dérivés chlorés, celui qui présente la plus grande action acaricide est le bis (p. chlorophénoxy) méthane. Le remplacement du Cl par d'autres substituants augmente cette action dans l'ordre croissant suivant :

$$Cl < Br < CH_3 < NO_2 < CH_3O.$$

Dans la série à un chlorophényle, seul le p. chlorophényltrichloréthanol est à la fois insecticide et acaricide. Les deux composés les plus acaricides, bis (p. chlorophénoxy) méthane et bis (p. chlorophényl) éthanol, possèdent une spécificité marquée envers les différents Tétranyques. Les résidus de traitement au bis (p. chlorophényl) éthanol sur Oranger sont encore mortels pour *Paratetranychus citri* après 2 mois d'exposition aux intempéries.

L'action acaricide reconnue ici s'explique mal par les théories de LAUGER ou de H. MARTIN. M. RAU.

SMITH (R.F.), HOOKINS (W.M.) et FULLMER (O.H.). — **Secretion of D.D.T. in milk of dairy cows fed low-residue alfalfa hay** (Sécrétion du D.D.T. dans le lait des vaches nourries avec de la luzerne sèche contenant de faibles résidus d'insecticide). *J. econ. entom.*, 41, 758-763, 1948.

Une luzerne avait reçu, 10 jours avant la coupe, une pulvérisation liquide qui lui avait apporté 250 g de D.D.T. par ha ; le foin contenant 7 à 8 mg de D.D.T. par kg. Sept vaches ayant été nourries avec ce foin pendant 3 mois, on a retrouvé dans leur lait, au bout de peu de jours, de 2,3 à 3 mg de D.D.T. par litre. Le beurre fabriqué en contenait 65 mg par kg. Lorsque les vaches reçoivent à nouveau du fourrage sain, le D.D.T. du lait tombe rapidement aux 2/3 de la valeur primitive. L'ingestion du foin n'a pas entraîné de symptômes d'intoxication chez les vaches, ni de baisse dans la production du lait. M. RAU.

LOUVEAUX (J.). — **Etudes sur la toxicité et le pouvoir répulsif vis-à-vis de l'Abeille de divers insecticides**. *Rev. fr. d'apiculture*, 12 p., novembre 1949.

Ce travail, qui a comporté des essais de laboratoire, des observations en plein champ et des enquêtes, a donné les conclusions suivantes : les arsenicaux, même à dose très faible, 0,1 à 0,2 γ d'As par Abeille, diminuent la durée de vie des Abeilles. En outre, ils sont mis en réserve dans les ruches. Il faut proscrire leur application sur les plantes en fleur. La toxicité alimentaire du D.D.T. est douteuse et, en tous cas, faible ; la toxicité de contact est importante. Les enquêtes prouvent que le traitement des cultures en pleine floraison peut entraîner de fortes mortalités d'Abeilles. L'H.C.H. est plus toxique que le D.D.T. au laboratoire, mais les mortalités qu'il entraîne cessent rapidement. L'ester thiophosphorique est très toxique par contact, au laboratoire. La phénothiazine est sans action.

Les insecticides organiques, à l'inverse des arsenicaux, ont un seuil d'action. Les Abeilles qu'ils ne tuent pas rapidement n'ont pas une durée de vie plus courte.

M. RAU.

ECKERT (J.E.). — **Toxicity of some of the newer chemicals to the honeybee** (Toxicité de quelques insecticides nouveaux envers l'Abeille). *J. econ. entom.*, 41, 487-491, 1948.

Les esters phosphoriques sont toxiques pour l'Abeille à faible dose : la D.L.M. du pyrophosphate de tétraéthyle est de 0,075 γ par Abeille, celle de l'ester thiophosphorque de 0,070 γ. Les quantités inférieures aux D.L.M. suspendent l'activité des Abeilles pendant plusieurs heures. Ces composés agissent par contact et par ingestion ; en outre, l'ester thiophosphorique possède une action gazeuse. Leur faible persistance contribue à diminuer leur danger ; cependant, il peut se produire des circonstances qui amènent les Abeilles à en recevoir les quantités indiquées comme léthales. — Le D.D.D. est le moins toxique des hydrocarbures halogénés ; il n'agit pas à la dilution de 0,02 p. cent. — Le chlordane est toxique pour l'Abeille par contact, ingestion et voie gazeuse ; sa D.L.M. est de 1 γ par Abeille. Dans les conditions du laboratoire, sa toxicité persiste pendant plus de 3 semaines.

Aucun de ces insecticides ne présente d'action répulsive. Etant donné leurs faibles doses d'emploi, ils sont probablement moins dangereux que les arsenicaux. Il y a cependant lieu de leur appliquer les précautions d'usage, y compris le confinement des Abeilles pendant les traitements agricoles.

M. RAU.

SMITH (R.F.), MAC SWAIN (J.W.), LINSLEY (E.G.) et PLATT (F.R.). — **The effect cf D.D.T. dusting on honeybees** (L'effet du poudrage au D.D.T. sur les Abeilles). *J. econ. entom.*, 41, 960-971, 1948.

Dans une région de la Californie où les sources de pollen et de nectar sont rares, on a étudié l'action sur les Abeilles des poudres au D.D.T. destinées au traitement des Luzernes de semence. On a vérifié que la majorité des Abeilles du rucher expérimental visitaient le champ traité et que la majorité des Abeilles trouvées dans le champ provenaient de ce rucher.

Trois traitements ont été effectués sur les plantes en fleur, avec une poudre à 5 p. cent de D.D.T., à raison de 30 kg par ha. Un effet défavorable sur l'activité des Abeilles et la production de miel a été constaté. Cet effet est faible ; il est plus que compensé par l'augmentation de nectar due à la destruction des *Lygus*. La diminution des Abeilles qui butinent dans un champ à la suite d'un traitement est due à une action répulsive. Malgré ces constatations assez favorables, le traitement des Luzernes en fleur doit être réduit autant que possible et pratiqué le matin, avant que les Abeilles n'aient repris leur activité.

M. RAU.

TRAPPMANN (W.). — **Geschmacksbeeintrachtigung von Erntegut durch Hexa-Praparate** (Transmission aux récoltes de l'odeur des produits à base d'H.C.H.). *Nachricht. biol. Zentral. Braunschweig*, t. 1, n° 6, 3 p., 1949.

Les Pommes de terre sont particulièrement sensibles à l'odeur d'H.C.H. Il n'en est pas de même pour toutes les plantes : les légumes verts, Epinards, Céleri, Tomate, ne sont pas sensibles, pas plus que le Colza, le Tabac, les Champignons. Les plantes qui prennent le plus facilement l'odeur d'H.C.H. sont celles qui se développent dans la terre ou près de la terre : Carottes, Chou-rave, Raifort, Radis, Concombre, Haricot nain, Fraisier. Le Blé traité donne du pain très odorant. Beaucoup de fruits sont sensibles : raisin, fraises, framboises, pommes à peau rugueuse, pêches, prunes.

Les causes qui rendent les produits végétaux susceptibles d'acquérir le goût de l'H.C.H. ne sont pas connues. Pour les Pommes de terre, l'intervalle de temps entre le traitement et la récolte est un facteur déterminant. Il ne semble pas y avoir de rapport avec les doses d'emploi. Le goût n'apparaît que quelques jours après le traitement, et peut disparaître après plusieurs semaines. Il pourrait être dû à des produits de décomposition. Il se communiquerait plutôt aux plantes en cours de croissance qu'aux organes en repos végétatif. L'influnece des conditions climatiques et de la nature du sol est encore obscure.

A partir des animaux, l'odeur d'H.C.H. passe facilement dans le lait et dons les œufs On cherche à corriger cet inconvénient de l'H.C.H. par l'emploi de produits « purs » : en effet, l'isomère γ est dépourvu d'odeur et de goût dans une large mesure. Les expertises destinées à établir chez les aliments, un goût communiqué par l'H.C.H., sont très délicates.

M. RAU.

FROHBERGER (P.E.). — **Uber das Verhalten des Insectizids E 605 auf und in der Pflanze** (Sur le comportement de l'ester thiophosphorique sur et dans les plantes). *Nachricht. biol. Zentral. Braunschweig*, t. 1, 155-158, 1949.

Cette étude a été faite au moyen de dosages biologiques utilisant la Mouche domestique. Les points suivants ont été établis : le produit pénètre dans les plantes par les racines, mais en faibles quantités ; on en retrouve environ 1 mg par kg chez les végétaux. Pénétration faible également à travers la cuticule : la plante en contient alors de 1 à 10 mg par kg. La diffusion de l'ester thiophosphorique dans les tissus a été étudiée dans le cas de la Pomme ; sa vitesse est alors de 10 mm par semaine. La circulation par les vaisseaux du bois se fait rapidement : plusieurs décimètres en quelques heures ; il n'y a pas de circulation par le liber. Il n'y a pas d'élimination par la transpiration ni par les racines. L'ester thiophosphorique est rapidement inactivé au contact des cellules vivantes, plantes supérieures ou bactéries. Il ne joue pas le rôle d'aliment pour les plantes. M. RAU.

CHAPMAN (R.K.) et ALLEN (T.C.). — **Stimulation and suppression of some vegetable plants by D.D.T.** (Action stimulante et action toxique du D.D.T. envers certains légumes). *J. econ. entom.*, 41, 616-623, 1948.

A forte dose, le D.D.T. est toxique pour la plupart des plantes ; les plus sensibles sont : les Courges, les Concombres, les Tomates et les Haricots. A dose faible, il exerce une action de stimulation ; les doses stimulantes en bouillie sont : de 0,0005 p. cent pour les Cucurbitacées, de 0,008 p. cent pour les Tomates, de 0,032 p. cent pour les Haricots, de plus de 0,5 p. cent pour les Carottes et les Pommes de terre. Le traitement des feuilles inférieures des plantes augmente la croissance du sommet. M. RAU.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 1018-2-51.
Le Gérant : FRANÇOIS DUNOD. — DÉPOT LÉGAL ÉDITEUR N° 2310. — 1er TRIMESTRE 1951.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES FACTEURS PROVOQUANT L'APPARITION DES FORMES AILÉES ET SEXUÉES CHEZ LES APHIDINÆ

(Suite)

PAR

L. BONNEMAISON

Directeur de Recherches
à la Station centrale de Zoologie agricole.

TROISIÈME PARTIE

FACTEURS PROVOQUANT L'APPARITION DES FORMES SEXUÉES

XII. — REMARQUES GÉNÉRALES

A. — Époques d'apparition des sexupares et des sexués.

La phase sexuée des aphides se produit généralement dans les conditions suivantes : il apparaît au début de l'automne des sexupares ailés, qui, chez les espèces diœciques, quittent la plante-hôte secondaire, et partent à la recherche des plantes-hôtes primaires ; ils produisent uniquement des femelles sexuées. Sur la plante-hôte secondaire, des sexupares aptères engendrent des mâles ailés qui arrivent sur la plante-hôte primaire au moment où les femelles sexuées sont parvenues à maturité.

Avant de rechercher les facteurs qui interviennent dans la production de ces formes, il était utile de déterminer les dates limites d'apparition des sexués et d'examiner les conditions de milieu existant au moment où la reproduction parthénogénétique faisait place à la reproduction sexuée.

Nous avons fait des observations sur les espèces utilisées pour l'étude de la détermination des facteurs d'apparition des formes ailées : *Brevicoryne brassicæ*, *Myzus persicæ*, *Sappaphis plantaginea* et, en outre, sur *Aphis saliceti* qui constitue un cas très particulier.

1° **Brevicoryne brassicæ.** — a) *Reproduction parthénogénétique pendant l'hiver.* — Dans la région parisienne, des Pucerons peuvent persister sur les Crucifères, principalement les Choux, pendant toute la mauvaise saison ; ils constituent le mode principal d'hivernation et le point de départ des premières générations printanières.

Une proportion importante de Pucerons meurent pendant l'hiver, même si la température est peu rigoureuse. Nous avons déposé le 4 décembre 1945, 5 Pucerons aptères sur 5 Choux en pots placés dans une serre non chauffée et nous avons procédé à des numérations à intervalles assez réguliers. Le tableau ci-dessous indique le nombre d'adultes et de jeunes ainsi que la température minimum et la température moyenne pendant la période de temps séparant les deux observations.

TABLEAU LXXXIII

Persistance des Pucerons aptères pendant la mauvaise saison dans une serre froide. Hiver 1945-1946.

Dates des observations	Pots												Température	
	A		B		C		D		E		Total			
	Ad.	larv.	Ad.	larv.	Ad.	larv.	Ad.	larv.	Ad.	larv.	Ad.	larv.	Min.	Moy.
4 décembre	5		5		5		5		5		25		— 1°	6°
10 —	5	5	4	2	5	5	4	4	4	5	22	21	— 5°	5°
14 —	4	7	3	3	5	6	3	6	3	7	18	29	— 9°	5°
21 —	2	9	1	0	3	3	2	4	2	3	10	19	1°5	8°5
30 —	2	11	1	0	2	2	1	2	1	3	7	18	3°5	9°
15 janvier	1	4	1	0	1	0	1	1	1	3	5	8	— 9°	3°
31 -	0	2	0	0	1	0	1	1	1	2	3	5	— 8°5	1°2
14 février		0			0		0	0	0	0	0	0	— 1°5	10°2

L'examen de ces chiffres montre que des minima de — 9° ne provoquent pas une mortalité anormale des Pucerons, puisque 12 p. cent des aphides ont vécu pendant au moins 58 jours ; durant cette période la température est cependant descendue à 16 reprises au-dessous de — 5°. Lorsque le froid persiste pendant plusieurs semaines, les virginipares peuvent disparaître par suite de l'arrêt de la reproduction et de la mort des adultes parvenus au terme de leur existence.

Les virginipares aptères adultes ont supporté, en plein air, un froid de — 10° 3 (hiver 1945-1946) mais ont été tués par une température de — 16° 3 (hiver 1946-1947) (températures notées à la hauteur des Choux). CAIRASCHI et GRISON (1939) ont signalé qu'un grand nombre de *Brevicoryne* aptères ont été tués le 19 décembre 1938 par un froid de — 7° 5 qui a persisté pendant 12 h mais qu'il restait encore quelques individus vivants sur les feuilles centrales après une période de 6 jours où les minima ont oscillé entre — 7° 5 et — 15°.

Le 11 décembre 1945, la température minimum a été de — 9° (température mesurée à la hauteur des pieds de Chou). Aucun Puceron, à quelque stade que ce soit, n'a été tué. Le même fait a été noté le 14 janvier 1946 avec un minimum de — 10° ; les adultes, les larves aux

deuxième, troisième et quatrième stades n'ont été tuées que dans une faible proportion mais nous n'avons pu trouver de larves au 1er stade.

Enfin, le 23 février 1946, à la suite d'une nouvelle période froide, où le minimum a été de — 9°, nous n'avons plus trouvé que des formes adultes. Il est donc probable que les adultes peuvent supporter des froids de — 8° à — 10°, mais que les larves disparaissent peu à peu si la température ne permet pas leur développement.

Des élevages faits dans un insectarium ont montré que les larves peuvent supporter une température basse pendant plusieurs semaines, à la condition que les minima ne soient pas inférieurs à — 5°.

La résistance au froid des ailés et des nymphes semble être du même ordre que celle des aptères.

A l'automne 1945, les virginipares aptères et ailés qui avaient subsisté sur les Choux en plein air, étaient en petit nombre par suite de l'action des Syrphides et des Hyménoptères ; en outre, bien que n'étant pas parasités, beaucoup de Pucerons sont morts à partir de la mi-septembre. Au début d'octobre, les Aphides étaient très rares sur les Choux cultivés en plein air. Par contre, quelques fortes colonies ont été notées sur des hampes florales de Colza dont la croissance avait repris après la récolte ; ces colonies ont commencé à se former dans la première semaine du mois d'octobre 1945.

Le 6 novembre 1945, les Aphides étaient nombreux sur les Choux cultivés dans l'insectarium, mais le pourcentage de Pucerons parasités par les Hyménoptères était élevé (63 p. cent).

Il n'en a pas été de même en plein air, dans les colonies se trouvant sur les hampes florales de Colza ; dans ce dernier cas, environ un pour mille des Pucerons était parasité mais de nombreux *Aphidius rapæ* Curt. parcouraient les colonies. L'effet de groupe a provoqué l'apparition des virginipares ailés ; à partir du 15 novembre, un grand nombre d'ailés adultes sont apparus sur les fleurs de Colza mais 85 p. cent d'entre eux étaient parasités par des larves d'Hyménoptères. A la suite de la forte gelée qui eut lieu dans la nuit du 8 au 9 décembre, les hampes florales de Colza ont été détruites et tous les Pucerons qu'elles supportaient n'ont pas tardé à mourir.

La douceur de la température qui a caractérisé la période s'étendant du 13 au 30 décembre (moyenne 7°) a permis le développement des Aphides sur les Choux et les ailés ont continué à faire leur apparition jusqu'à la fin du mois de décembre.

L'élévation de la température qui eut lieu à partir du début de février, a entraîné le développement des Pucerons sur les feuilles de Chou ; il fut observé plusieurs ailés venant de muer à la fin du mois de février. L'apparition des ailés peut donc se faire très tôt et leur dispersion peut avoir lieu précocement.

En 1946, la température est tombée à — 16° dans la nuit du 20 au 21 décembre et a amené la mort des Pucerons à tous les stades.

Dans la région parisienne, le Puceron cendré du Chou persiste donc normalement pendant la mauvaise saison sous la forme de virgi-

nipares aptères ; les œufs d'hiver sont produits en petit nombre. Cependant, les hivers rigoureux peuvent amener la mortalité totale des virginipares et le maintien de l'espèce d'une année à l'autre n'est plus assuré que par la reproduction sexuée ; l'apparition de fortes colonies a alors lieu à une époque plus tardive au printemps.

b) *Apparition des sexués en serre et en plein air.* — En 1945, les premiers mâles adultes ont été trouvés le 21 septembre dans une serre froide et les femelles ovipares le 24 septembre sur des Choux cultivés en pot ; les mâles étaient relativement nombreux (du 24 au 28 septembre : 100 mâles pour 60 Pucerons ailés).

Le 24 septembre, nous avons trouvé des mâles sur des Choux cultivés en plein air mais nous n'avons pu découvrir de femelles ovipares. Ce même jour, il a été récolté dans la serre des Pucerons aptères qui ont été élevés au laboratoire ; 90 p. cent de leur descendance étaient constitués par des femelles sexuées qui devinrent adultes à partir du 7 octobre.

Des ailés prélevés dans la serre le 20 septembre, ont produit des aptères et des femelles sexuées. Par contre, 20 nymphes au 4e stade, récoltées également dans la serre et élevées au laboratoire, ont donné 213 aptères et aucun individu sexué. Les femelles ovipares sont apparues brusquement entre le 24 septembre et la mi-octobre ; elles devinrent rares ensuite.

Dans la serre, les mâles sont observés régulièrement, mais en petit nombre, dans le courant des mois d'octobre et de novembre ; il y avait le 20 novembre :

6	p. mille	de mâles ;
3	—	de femelles sexuées ;
74	—	de virginipares ailés ;
916	—	de virginipares aptères.

En 1946, les premiers mâles adultes ont été trouvés le 20 septembre dans la serre froide, c'est-à-dire sensiblement à la même date qu'en 1945, bien que la température moyenne du mois d'août ait été nettement plus faible.

Le 19 novembre 1946, il y avait environ une femelle sexuée pour mille Pucerons ; d'autres ont été notées plus tard sur des Choux cultivés en pots et placés près de la fenêtre d'une salle d'élevage, ainsi que parmi la descendance de virginipares aptères récoltés en février sur des Choux cultivés en plein air ; les femelles sexuées venant de muer pour la dernière fois ont été obtenues jusqu'au 28 mars 1947.

Parmi les nombreux Pucerons assez régulièrement disséminés sur toute la plante (ce qui n'a pas amené la formation de plages jaunâtres), nous avons compté environ 95 p. cent d'ailés le 24 décembre 1945 ; le feuillage avait une couleur légèrement grisâtre dûe à la déficience de la lumière et aux piqûres des Aphides.

Le 29 décembre, il y avait sur ce pot, 6 mâles pour 84 Pucerons

ailés ; aucune femelle sexuée n'a été trouvée avant le 15 janvier 1947. Afin de vérifier si les ailés étaient des sexupares, nous avons transporté 20 Aphides sur un Chou en pot, placé dans la même pièce et près de la fenêtre. Deux femelles sexuées ont été notées le 2 février et la ponte a commencé le 5 février. La température a varié du 1er au 30 novembre, de 8 à 12° (moyenne 10°), du 1er au 30 décembre, de 12 à 20° (moyenne 16°), du 1er au 30 janvier, de 10 à 20° (moyenne 16°).

Le 19 janvier, tous les ailés restant dans les cages ont été mis en élevage à une température constante de 20° ; ils ont donné naissance uniquement à des aptères.

Au cours de la première quinzaine d'octobre, un grand nombre d'œufs ont été pondus sur les Choux de la serre, aussi bien sur des plantes âgées très fortement infestées que sur de jeunes Choux ne portant que de petites colonies.

En 1947, les observations ont été faites sur des Choux cultivés en pleine terre sous une grande cage munie d'un fin grillage qui réduisait très peu l'éclairement mais empêchait le passage des Syrphes. Les Pucerons provenaient de fondatrices récoltées au printemps et mises sur de jeunes Choux ; au début de septembre, ces Choux avaient à peu près atteint leur taille maximum et les feuilles externes portaient de fortes colonies de *B. brassicæ* et de *M. persicæ*.

Les mâles et les femelles sexuées ont été observés beaucoup plus tôt que les autres années puisque des mâles ont été notés le 8 septembre et une femelle sexuée le 9 septembre.

Tableau LXXXIV

Températures minima, maxima et moyenne par décades dans la serre et en plein air (mesures faites à la hauteur des plantes).

Dates	1945						1947		
	Plein air			Serre			Plein air		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
Août :									
1re décade	9°	36°	19°	9°5	36°	20°	5°9	35°8	19°4
2e —	9°	32°	20°5	14°5	32°	22°5	11°5	38°3	23°1
3e —	10°9	34°	23°3	14°5	32°6	22°5	5°0	31°4	19°4
			19°9			21°6			20°6
Septembre :									
1re décade	9°	28°	18°5	12°5	28°	19°	4°8	29°9	18°1
2e —	9°	28°	19°	12°5	30°6	21°	4°8	35°4	21°8
3e —	6°	27°5	15°	8°5	28°	18°5	0°0	26°8	13°1
			17°5			19°5			17°7

Dates	1946						1948		
	Plein air			Serre			Plein air		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
Août :									
1re décade	6°8	37°2	20°7	11°2	40°3	22°4	12°8	28°1	19°0
2e —	5°0	30°1	16°3	10°5	30°0	18°9	7°5	23°3	15°0
3e —	3°9	27°2	16°1	9°0	27°0	18°8	5°8	25°6	16°4
			17°7			20°0			16°8
Septembre :									
1re décade	4°9	24°0	15°9	10°0	27°5	18°5	5°3	26°2	15°2
2e —	3°8	26°4	15°9	8°5	33°5	20°3	4°7	21°8	14°0
3e —	2°8	31°9	18°0	9°0	39°5	24°2	0°8	27°5	13°7
			16°6			21°0			14°3

Aucune des températures minima n'étant inférieure au seuil de développement, on peut, en se référant aux données fournies par les élevages à différentes températures constantes, déterminer la date de la naissance des sexués et ensuite celle des sexupares.

En procédant de cette manière, nous trouvons les dates approximatives de naissance suivantes :

1945	Plein air	Mâles :	8 septembre ;	Femelles :	8 septembre.
	Serre	—	7 septembre ;	—	10 septembre.
1946	Serre	—	6 septembre ;	—	7 septembre.
1947	Plein air	—	26 août ;	—	27 août.

Les mâles et les femelles naissent donc à partir de la troisième décade d'août ou du début de septembre, c'est-à-dire à une époque où la température moyenne est inférieure ou égale à 20° et la durée d'éclairement de 13 h 45.

En se reportant aux chiffres moyens obtenus dans les élevages réalisés aux températures constantes, nous pouvons en déduire que les sexupares aptères ont commencé à se reproduire vers le 20 août 1945 en plein air et vers le 25 août dans la serre, ce qui situe leur naissance vers le 10 août en plein air et le 15 août dans la serre. Les sexupares seraient nés en plein air aux environs du 5 août 1946 et du 12 août 1947 dans la serre.

En résumé, les sexupares peuvent apparaître à une époque où la température moyenne est égale ou supérieure à 20° et la durée de l'éclairement de 14 h 45 (début août) à 13 h 30 (fin du mois).

Les formes sexuées ne se trouvent pas obligatoirement sur des Choux âgés ou dépérissants. Nous avons récolté sur une dizaine de Choux ayant au maximum 15 feuilles : 10 mâles le 2 octobre, 3 mâles et 2 virginipares ailés le 4 octobre, 1 femelle sexuée le 7 octobre.

L'apparition des sexués n'est donc pas liée à une diminution de la qualité de la nourriture : les expériences mentionnées dans les pages suivantes, ont toutes été réalisées avec de jeunes feuilles de Chou

coupées et renouvelées fréquemment : il a été obtenu avec ces feuilles jusqu'à 100 p. cent de sexués.

Il était intéressant de voir si la production des formes sexuées s'accroissait régulièrement depuis le début de l'automne jusqu'à la fin de l'hiver.

Les numérations effectuées en plein air sont partiellement inexactes par suite de l'action des parasites ; elles occasionnent la chute des insectes sur le sol, ce qui altère la valeur des observations ultérieures. Nous avons donc eu principalement recours à des élevages individuels faits au laboratoire sur des feuilles coupées.

Il a été observé un pourcentage très réduit de sexués en 1946, les observations ayant été faites sur des Pucerons provenant d'un virginipare aptère hivernant récolté sur des Choux le 1er février 1946 (lignée 1945). En 1947, au contraire, les observations ont porté sur la descendance d'une fondatrice récoltée dans un vaste champ de Colza situé dans le département de l'Aisne ; par suite des conditions de culture, l'espèce ne peut persister d'une année à l'autre, dans cette région, que sous la forme d'œufs d'hiver ; la tendance à la production des formes sexuées a été en conséquence beaucoup plus marquée (lignée 1947).

En 1947, les premiers mâles ont été trouvés en plein air le 8 septembre et une femelle sexuée le 9 septembre ; leur nombre s'est accru progressivement les jours suivants et le 15 octobre, il n'y avait plus que quelques virginipares aptères ou ailés. Une très forte apparition d'ailés a été notée à partir du 10 septembre, sur des cultures de Choux du voisinage ; ces ailés se sont portés sur les Choux et les pieds de Colza ; ils ont engendré quelques aptères et surtout des femelles sexuées.

Des ailés ont été également observés en grand nombre en septembre 1948 mais ils n'ont engendré que des virginipares aptères.

Diverses expériences ont été poursuivies en vue de rechercher

1° Si l'élevage de la descendance d'un Puceron ayant produit des sexués dès le début de l'automne, dans des conditions d'éclairage normales et à une température moyenne de 20°, conduisait inéluctablement à la production de 100 p. cent de sexués ;

2° Dans le cas contraire, à quelle époque de l'année cessaient d'apparaître les sexués ;

3° S'il ne se produisait pas au cours de l'hiver des fluctuations dans l'importance relative des virginipares, des mâles et des femelles.

c) *Elevage de la lignée* 1947 *pendant l'automne et l'hiver* 1947-1948. — Il a été élevé individuellement, à la lumière du jour et à la température de la salle d'élevage, la descendance d'un aptère adulte récolté le 4 septembre 1947 dans une cage en plein air où avaient été placés au printemps des virginipares appartenant à la lignée 1947.

Cet Aphide a constitué la tête de lignée pour toutes les expériences faites pendant l'hiver 1947-1948 et l'année 1948 en vue de rechercher

les facteurs provoquant l'apparition des sexués. Ses descendants, 10 aptères et 18 mâles, ont donc constitué la première génération ; trois de ces aptères ont été utilisés pour la seconde génération et six pour l'étude de l'action de la lumière sur l'apparition des sexués.

Les Pucerons ont tous été élevés sur des feuilles coupées de jeunes Choux ; les larves produites étaient enlevées tous les jours ou tous les deux jours et transférées sur une feuille. Il était ainsi possible de connaître d'une manière précise les dates de naissance des diverses formes parthénogénétiques ou sexuées et d'éviter l'effet de groupe ; plusieurs aptères étaient élevés pour chaque génération. Le tableau LXXXV résume les résultats obtenus.

d) *Elevage de la lignée* 1947 *pendant l'année* 1948 *et l'hiver* 1948-1949. — La lignée élevée à la lumière naturelle et à la température du laboratoire pendant l'hiver 1947-1948 s'étant terminée à la 14e génération par la production exclusive de mâles et de femelles, deux nouveaux élevages ont été commencés dans des conditions similaires avec deux aptères ayant la même origine que l'aptère utilisé dans l'expérience précédente.

L'un a été prélevé dans le lot élevé à la température de 25° depuis 5 générations afin d'inhiber la production des formes sexuées ; ce Puceron et ses descendants ont été élevés à la lumière naturelle et à la température du laboratoire.

L'autre aptère provenait du lot soumis à la lumière permanente depuis 5 générations ; il a été élevé dans une pièce du sous-sol, légèrement moins éclairée que le laboratoire et dont la température était inférieure de 3 à 6° à celle de ce dernier.

TABLEAU LXXXVI

Elevage de la lignée 1947 *pendant l'été et l'automne* 1948. *(Elevages individuels.)*

Génération	Élevage à la lumière naturelle et à la température du laboratoire			Élevage à la lumière naturelle et à la température du sous-sol		
	Dates des première et dernière mues imaginales	Temp. moy.	Composition de la descendance	Dates des première et dernière mues imaginales	Temp. moy.	Composition de la descendance
1re	20 avril - 8 mai	20°	9 A	29 avril - 10 mai	14°	11 A
2e	3 - 26 mai	22°	56 A	21 mai - 5 juin	17°	68 A 0 L 13 M
3e	17 mai - 3 juin	22°	81 A	14 juin - 19 juin	19°	42 A
4e	30 mai - 8 juin	20°	44 A 5 L 1 M	2 - 13 juillet	16°	15 A 6 L 1 I 1 M
5e	14 - 27 juin	23°	47 A	23 - 29 juillet	16°	28 A
6e	29 juin - 2 juill.	23°	46 A	11 - 20 août	19°	20 A
7e	19 - 26 juillet	22°	147 A 11 L	26 août - 10 sept.	18°	54 A
8e	12 - 30 août	22°	33 A	10 - 16 sept.	17°	72 A 2 L 1 M
9e	23 août - 6 sept.	21°	64 A			
10e	5 - 16 sept.	20°	73 A			

On voit que dans l'élevage fait au sous-sol à une température constamment inférieure à 20°, des mâles sont apparus en grand nombre entre le 21 mai et le 5 juin ; du 5 juin au 10 septembre, il n'a plus été

Tableau LXXXV

Composition de la descendance d'un virginipare aptère élevée en lignées individuelles (lignée 1947). (Hiver 1947-1948.)

Génération	Dates de première et dernière mues imaginales	Temp. moy.	Composition de la descendance — Elevages isolés A	L	M	F	Total A	L	M	F	% global d'ailés	sexués: sex. + parth.	M: M + F
1re	12-23 septembre	23°	12	0	18	0	12	0	18	0	0	60,0	100
2e	23 septembre – 6 octobre	22°	15	0	0	0	33	0	19	0	0	36,5	100
			12	0	14	0							
			6	0	5	0							
3e	8-23 octobre	20°	17	0	0	0	85	0	1	0	0	1,1	100
			16	0	0	0							
			37	0	1	0							
			15	0	0	0							
4e	18 octobre – 13 novembre	18°	10	0	0	0	79	1(1)	20	1	1,1	20,7	95,2
			14	0	0	0							
			20	0	0	0							
			9	1(1)	12	1							
			26	0	8	0							
5e	17 novembre – 4 décembre	18°	0	0	10	0	49	0	93	0	0	65,4	100
			0	0	17	0							
			17	0	16	0							
			1	0	6	0							
			18	0	17	0							
			13	0	27	0							
6e	28 novembre – 13 décembre	18°	12	0	2	1	46	1(1)	25	2	2,1	36,4	92,5
			11	1(1)	18	1							
			6	0	3	0							
			17	0	2	0							
7e	13 décembre – 24 décembre	18°	2	0	0	9	22	0	8	13	0	48,8	38,0
			15	0	8	0							
			5	0	0	4							
8e	22 décembre – 16 janvier	19°	10	0	18	0	128	0	37	7	0	25,5	84,0
			15	0	18	0							
			2	0	0	0							
			37	0	1	0							
			18	0	0	7							
			16	0	0	0							
			30	0	0	0							
9e	3 janvier – 4 février	18°	24	0	15	0	149	0	26	8	0	20,3	76,4
			43	0	4	0							
			49	0	6	7							
			23	0	1	1							
			10	0	4	0							
10e	15 janvier – 7 février	18°	22	0	6	1	39	0	34	2	0	48,0	93,8
			5	0	4	0							
			5	0	16	0							
			7	0	8	1							
11e	4 février – 18 février	20°	3	0	3	0	21	0	48	22	0	76,9	68,5
			0	0	5	18							
			3	0	16	0							
			3	0	17	4							
			12	0	7	0							
12e	20 février – 5 mars	19°	8	0	4	0	11	0	19	30	0	81,6	38,7
			1	0	13	3							
			1	0	1	6							
			0	0	0	8							
			1	0	1	13							
13e	1er mars – 9 mars	19°	4	0	0	3	14	0	17	29	0	76,6	36,9
			5	0	10	3							
			1	0	1	3							
			3	0	0	6							
			1	0	2	6							
			0	0	4	8							
14e	12 mars – 22 mars	19°	0	0	15	13	0	0	69	46	0	100	60
			0	0	17	15							
			0	0	7	18							
			0	0	30	0							

(1) Intermédiaire.

obtenu qu'un seul mâle (adulte le 13 juillet). Au laboratoire, il n'a été noté qu'un seul mâle entre le 30 mai et le 8 juin, seule période où la température moyenne ait été inférieure à 22°.

Un petit nombre de sexués, ou tout au moins de mâles, peuvent donc apparaître dans le courant de l'été bien que la durée de l'éclairage soit importante, à la condition que la température soit inférieure à 22°.

Cette expérience a été poursuivie à l'automne 1948 avec des Pucerons de la même origine qui avaient été élevés à la lumière permanente pendant l'hiver 1947-1948, puis placés à partir du mois d'août dans une cage grillagée située en plein air. L'aptère utilisé comme tête de lignée a été prélevé dans cette cage le 30 octobre.

Tableau LXXXVII

Composition de la descendance d'un virginipare aptère (élevage en lignées individuelles). (Lignée 1947.) Hiver 1948-1949.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Temp. moy.	Composition totale de la descendance				% global		
			A	L	M	F	Ailés	Sexués / Sex. + parth.	M / M + F
1re	11 - 22 novembre	18°5	21		8	0	0	27	100
2e	25 nov. - 1er déc.	17°5	82		29	0	0	26	100
3e	10 - 30 décembre	17°8	69		25	1	0	27	96
4e	30 déc. - 7 janv.	19°2	133		21	0	0	13	100
5e	15 - 31 janvier	21°5	127		43	0	0	25	100
6e	29 janv. 27 fév.	20°0	110		14	3	0	13	82
7e	17 fév. - 8 mars	20°0	217	3	1	1	1,3	0,9	50
8e	7 - 26 mars	20°5	373	2	0	0	0,5	0	0
9e	19 mars - 8 avril	20°5	321	2	2	0	0,6	0,6	100
10e	4 - 18 avril	21°0	165	0	28	0	0	14,5	100
11e	19 - 26 avril	20°0	111	0	0	0	0	0	0
12e	3 - 28 mai	19°5	265	5	30	0	1,8	10,0	100
13e	18 mai - 7 juin	20°5	484	5	6	0	1,0	1,2	100
14e	1 - 15 juin	21°5	655	12	2	0	1,7	0,3	100

L'examen des tableaux LXXXV et LXXXVII ainsi que de la figure 69 montre que, dans des conditions normales (lumière naturelle et température du laboratoire), les formes sexuées adultes peuvent apparaître depuis la mi-septembre jusqu'à la mi-juin de l'année suivante. Le pourcentage de sexués a été beaucoup plus faible pendant l'hiver 1948-1949 qu'au cours de l'hiver 1947 ; enfin, la proportion des mâles a été notablement plus forte que celle des femelles sexuées.

e) *Echelonnement de l'apparition des mâles et des femelles.* — Le tableau LXXXVIII indique les nombres des mâles et des femelles obtenus pendant les périodes hivernales 1947-1948 et 1948-1949 par divers élevages des lignées 1947 et 1948 (descendants de fondatrices écloses au printemps 1947 et au printemps 1948).

Pour l'année 1947-1948, il est mentionné les sexués obtenus par

l'élevage de divers lots à la lumière naturelle et à la température du laboratoire :

a) et *b*) Deux élevages-témoin (lignée 1947) qui se sont terminés en mars par la production exclusive de sexués ;

c) Une lignée élevée à la température constante de 24° jusqu'à la fin du mois de janvier ;

d) Une lignée élevée à la lumière permanente jusqu'au mois de février.

Pour l'année 1948-1949, le tableau indique les sexués obtenus :

a) A l'automne 1948 par l'élevage des lignées 1947 et 1948 qui se sont éteintes le 3 novembre par la production totale de sexués ;

b) Au cours de l'hiver 1948-1949 par l'élevage de Pucerons virginipares de la lignée 1947 qui avaient été mis dans une cage en plein air et qui ont été élevés au laboratoire à partir du 9 novembre (tableau LXXXVI).

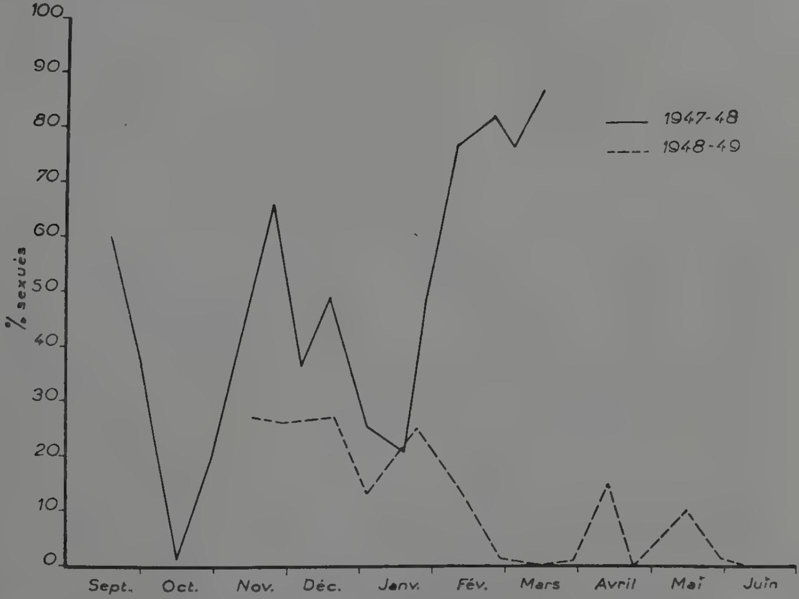


FIG. 69. — *B. brassicæ.* Fluctuations du pourcentage des sexués dans les élevages individuels de la lignée 1947 pendant l'hiver 1947-1948 et l'hiver 1948-1949.

Les lignées 1947 et 1948 élevées à l'automne 1948 ont produit des sexués adultes dès le début de la seconde décade de septembre et se sont éteintes à la fin du mois d'octobre par la production exclusive de mâles et de femelles.

La même lignée 1947, élevée à l'automne 1947, a donné naissance à des mâles dans le courant de la seconde décade de septembre mais il

TABLEAU LXXXVIII

Dates d'apparition des sexués adultes obtenus dans diverses expériences faites au laboratoire à la lumière normale et à la température moyenne de 18°.

Lots	Dates des mues imaginales									
	Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		Janvier	
	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30
1947-1948 :										
a)		19 M	18 M	13 M- 1 F	84 M	17 M	25 M- 2 F	8 M-13 F	54 M-13 F	10 M
b)			12 M- 1 F	10 M- 0 F	4 M	9 M	7 M-28 F	12 M-18 F	8 M	63 M- 8 F
c)										
d)										
TOTAUX ...		19 M	30 M- 1 F	23 M- 1 F	88 M	26 M	32 M-30 F	20 M-31 F	62 M-13 F	73 M- 8 F
% $\frac{M}{M + F}$		100	96,7	95,8	100	100	51,6	39,2	82,6	90,1
1948-1949 :										
a)	3 M	31 M	108 M-66 F	12 M-55 F	13 F					
b)						37 M	1 F	25 M	21 M	43 M
% $\frac{M}{M + F}$	100	100	62,0	17,9	0	100	0	100	100	100

Lots	Dates des mues imaginales									
	Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30	1-15	16-30
1947-1948 :										
a)	72 M-24 F	7 M-30 F	44 M-57 F	53 M					1 M	
b)	39 M-15 F	3 F	15 M-20 F	48 M-30 F						
c)		9 M		27 M-14 F	32 M-37 F	40 M-30 F	32 M-12 F		1 M	
d)				12 M	49 M-29 F	11 M- 3 F	7 M	19 M	2 M	3 M
TOTAUX ...	111 M-39 F	16 M-33 F	59 M-77 F	140 M-44 F	81 M-66 F	51 M-33 F	39 M-12 F	19 M	4 M	3 M
% $\frac{M}{M + F}$	74	32,6	43,3	73,9	55,1	60,7	76,4	100	100	100
1948-1949 :										
a)										
b)	14 M- 3 F	1 M- 1 F			24 M	6 M		32 M	6 M	
% $\frac{M}{M + F}$	82,3	50,0			100	100		100	100	

a subsisté des aptères qui ont produit des virginipares et des sexués pendant tout l'hiver ; la reproduction parthénogénétique n'a cessé qu'à la fin du mois de mars.

En maintenant artificiellement, pendant l'hiver, la reproduction parthénogénétique par l'élevage des insectes à la lumière permanente ou à une température de 25° et en soumettant ensuite les Pucerons obtenus de cette manière, dès la fin du mois de février, à la lumière naturelle et à la température du laboratoire, il a pu être obtenu des sexués jusqu'à la seconde quinzaine de juin. Les mâles sont apparus depuis la première quinzaine de septembre jusqu'au mois de juin et les femelles sexuées depuis la première quinzaine d'octobre jusqu'à la première quinzaine de mai (1). Les mâles apparaissent donc en premier et clôturent le cycle sexué.

f) *Apparition des sexués au printemps.* — Davidson (1929) a élevé, pendant la période hivernale, différentes lignées d'*Aphis fabæ* Scop. dans une serre chauffée ; il a noté l'apparition de femelles sexuées et de mâles depuis le mois d'octobre jusqu'à la fin du mois de mai de l'année suivante ; il n'a observé que des virginipares, de la fin mai au mois d'octobre.

Des sexués mâles ou femelles de *Macrosiphum solanifolii* ont été obtenus jusqu'à la mi-juin par Shull (1930), par l'élevage de cette espèce sur des pommes de terre éclairées uniquement par une lumière artificielle à des températures alternées de 16 et 24°.

Nous avons mis en élevage le 11 février 1946, quatre adultes aptères récoltés sur des Choux en plein air.

Le premier adulte produisit 8 Pucerons : 6 virginipares aptères et 2 mâles ; ces 6 virginipares donnèrent naissance à 78 virginipares aptères et à 37 virginipares ailés.

Le second Puceron engendra 17 virginipares aptères, 4 mâles et 4 femelles sexuées (mue imaginale le 28 mars) ; à la génération suivante, il ne fut observé que des virginipares aptères et ailés.

Le troisième Puceron produisit à la première génération, 30 aptères (14 février au 12 mars), à la seconde, 130 aptères et 15 ailés (2 au 30 mars), à la troisième, 155 aptères, 20 ailés et 16 mâles (22 mars-30 avril), à la quatrième, 92 aptères et 7 ailés (19 avril au 8 mai).

Enfin, le quatrième Puceron élevé pendant 3 générations consécutives ne donna que des aptères et des ailés.

Les individus sexués peuvent donc apparaître au début du printemps aussi bien au laboratoire qu'en plein air.

g) *Conclusions.* — Les diverses expériences mentionnées précédemment permettent de faire les remarques suivantes :

1° En plein air, les mâles et les femelles adultes commencent normalement à apparaître dans la troisième décade de septembre,

(1) Nous avons cependant pu obtenir des femelles sexuées à la mi-juillet dans d'autres expériences réalisées à la lumière naturelle et à une température moyenne de 21°.

mais il peut en être trouvé dès la première décade de septembre; les premiers sexupares naissent entre le 5 et le 15 août;

2° En élevant des Pucerons à la lumière naturelle dans un local où la température moyenne est égale ou inférieure à 20°, il peut être obtenu un assez grand nombre de mâles jusqu'au mois de juin; un mâle adulte a été noté le 13 juillet.

Il est rarement apparu des sexupares ailés et les sexupares aptères ont donné naissance à des femelles sexuées et à des mâles; cette question sera étudiée page 236.

3° La proportion des Pucerons sexués par rapport aux Pucerons parthénogénétiques a été très différente à l'automne 1947 et à l'automne 1948 pour la lignée 1947.

Le premier mâle adulte a été observé le 18 septembre 1947 et le pourcentage des sexués par rapport au nombre total de Pucerons, a été, dans cet élevage, inférieur à 70 p. cent jusqu'au mois de février 1948 ; les femelles sexuées n'ont été en proportion importante qu'à partir de la mi-décembre et la reproduction n'est devenue exclusivement sexuée que dans le courant du mois de mars.

Il en a été tout autrement à l'automne 1948; en s'en tenant seulement à la même lignée, le premier mâle adulte n'a été trouvé que le 27 septembre mais le pourcentage des sexués a été très rapidement voisin de cent.

La durée de l'éclairage a été évidemment la même en 1947 et en 1948 (et l'automne 1948 a été beaucoup plus ensoleillé que l'automne 1947); la température moyenne du laboratoire a été de 20° pour la 4e génération de l'expérience faite à l'automne 1948 où il a été obtenu de 47 à 64 p. cent de sexués alors que pour la lignée élevée à l'automne 1947, il n'en a été observé que 36,5 p. cent pour la seconde génération élevée à la même époque, mais la température moyenne a été de 22° ; à la génération suivante (mue imaginale du 8 au 23 octobre) il n'est dénombré que 1,1 p. cent de sexués bien que la température moyenne soit de 20°.

Il semblerait donc que les conditions les plus favorables à la naissance des sexués à l'automne résultent de la combinaison d'une température moyenne de 20° avec la durée d'éclairage existant vers la fin septembre.

En s'en tenant à la lignée 1948, on peut remarquer que le premier mâle apparu à la 3e génération est né le 31 août, lorsque la durée de l'éclairage journalier était de 13 h 30, et que sa mère est née le 13 août, lorsque la durée du jour était de 14 h 30.

La première femelle est née le 15 septembre (durée du jour 12 h 30), et sa mère le 1er septembre (durée du jour : 13 h 30).

L'examen comparatif de la 2e génération de l'élevage fait à l'automne 1947 (mues imaginales du 23 septembre au 6 octobre) et

de la 4e génération de l'élevage fait à l'automne 1948 (mues imaginales du 22 septembre au 2 octobre) montre qu'il a été obtenu :

2e génération 1947 (température moyenne 22°) : 33 A. 19 M. 0 F ;

4e génération 1948 (température moyenne 20°) : 42 A. 57 M. 19 F.

Dans les deux cas, il a été obtenu une proportion importante de mâles mais aucune femelle n'a été observée à la génération de l'automne 1947 ; cela pouvait être dû à ce que la température moyenne a été dans ce dernier cas de 22°, et que cette température permet le développement des mâles mais inhibe celui des femelles.

On peut donc conclure provisoirement de ces faits que les sexués de *B. brassicæ* peuvent apparaître normalement au laboratoire dans les conditions suivantes :

Mâles : température moyenne maximum 23° (1re génération, tableau LXXXVIII).

La durée maximum de l'éclairage permettant la naissance :

— des sexupares aptères est de 14 h 45 à l'automne et de 15 h 30 au printemps de l'année suivante ;

— des mâles est de 13 h 30 à l'automne et de 16 h l'année suivante.

Femelles : température moyenne maximum : inférieure à 22°.

La durée maximum de l'éclairage permettant la naissance :

— des sexupares aptères engendrant des femelles est de 14 h à l'automne ou au printemps de l'année suivante ;

— des femelles est de 13 h 30 à l'automne et de 14 h 30 au printemps de l'année suivante.

Les observations faites en plein air en 1947 ont permis de constater que les premiers mâles et femelles sexuées sont nés le 25 août et les sexupares aptères vers le 5 août, c'est-à-dire au moment où la durée du jour était respectivement de 13 h 45 et de près de 15 h, chiffres donc notablement supérieurs, en ce qui concerne les femelles sexuées, à ceux obtenus par les élevages au laboratoire ;

4° Les pourcentages de naissance des sexués les plus élevés par rapport au nombre total des Pucerons s'observent au début du mois d'octobre (durée du jour 11 h 30) et de mars (durée du jour 11 h) ; durant les mois de novembre à mars, cette proportion est notablement plus faible.

2° **Myzus persicæ.** — a) *Reproduction parthénogénétique pendant l'hiver.* — Comme *B. brassicæ*, *M. persicæ* peut hiverner soit sous la forme d'œufs, soit sous celle de virginipares.

En Angleterre, Davies (1934) a signalé qu'un grand nombre d'aptères peuvent hiverner dans le North-Wales, particulièrement sur le Chou de Milan ; cette plante constitue au printemps la principale source d'émigrants ailés.

Dans la même région, Davies et Whitehead (1935) ont confirmé

que les aptères peuvent hiverner sur des crucifères variées ; la reproduction se fait d'une manière très lente mais continue pendant toute la mauvaise saison ; il en est de même en Irlande d'après LOUGHANE (1940).

JACOB (1941) a signalé qu'en Angleterre, *M. persicæ* hiverne sous forme d'individus parthénogénétiques sur diverses espèces de *Brassicæ;* cet auteur n'a pas observé le dépôt des œufs sur des crucifères ; les aptères passent la mauvaise saison principalement sur les variétés à feuilles enroulées ou crispées.

En Bretagne, le Puceron hiverne couramment sur les tubercules de Pomme de terre conservés en « clayettes »; la plantation de ces tubercules ne tue pas tous les insectes qui continuent à se multiplier sur les germes, puis gagnent les feuilles dès que celles-ci apparaissent ; les aptères engendrent des jeunes dès que la température égale 7 à 8° et la reproduction s'accélère à partir de 10 à 12° (POISSON, 1940, *a*, *b*).

L'hibernation peut également se faire sous la forme d'aptère dans la région rhénane d'après MOERICKE (1941).

En France, l'hibernation de *M. persicæ* sous la forme de virginipares a lieu principalement sur les Choux. Les années où la température hivernale est suffisamment élevée, elle se fait également sur les crucifères sauvages ; lorsque les froids sont de l'ordre de — 8° à — 10°, les crucifères sauvages sont détruites pour la plupart et il ne subsiste que les Pucerons se trouvant sur les Choux.

D'après HEINZE et PROFFT, les aptères de *M. persicæ* peuvent persister en plein air tant que le minimum ne descend pas au-dessous de — 11°.

Les aptères de *M. persicæ* peuvent, d'après CAIRASCHI et GRISON (1939), supporter des froids plus vifs que ceux de *B. brassicæ* ; au cours du mois de février 1939, ils ont résisté à une période de grand froid (— 7°5 à — 15°) qui a persisté pendant 6 jours.

La température est descendue à — 13°6, à 2 m sous abri le 25 février 1948, et du 17 au 28 février, la température moyenne n'a été que de — 2°65 ; ces conditions rigoureuses n'ont entraîné qu'une faible mortalité des *Myzus* sur le Chou ; la température a été très douce pendant le mois de janvier et, durant tout le mois, les aptères se sont reproduits ; il a été également trouvé des nymphes et des ailés qui ont engendré des descendants. La multiplication des Pucerons peut être très active à l'automne lorsque la température est douce et les précipitations faibles ; il peut même y avoir une dispersion des insectes par suite des déplacements des ailés ; c'est ce qui s'est produit à la fin du mois d'octobre et dans le courant du mois de novembre 1947.

Le pourcentage d'ailés a été également très important à la fin du mois de janvier et au début du mois de février 1949 qui furent d'une exceptionnelle douceur ; nous avons noté le 2 février, sur des Choux en plein air, plus de 75 p. cent d'ailés et 80 à 95 p. cent sur de jeunes betteraves cultivées dans une serre où la température moyenne était de 20°.

Le Puceron gris du Pêcher peut également se perpétuer pendant

la mauvaise saison sur diverses plantes cultivées en serre chaude ou froide ainsi que sur les tubercules de Pomme de terre, les oignons de Tulipe, etc.

Dès le début du printemps, les Pucerons se reproduisent activement et les ailés peuvent apparaître précocement ; ils gagnent alors les cultures qui commencent à émerger du sol et assurent une contamination précoce et beaucoup plus importante que celle produite par les descendants des fondatrices.

Dans les régions à hiver doux, la multiplication des virginipares peut se poursuivre pendant tout l'hiver et la migration s'effectuer très précocement. Les observations suivantes ont été faites à Bordeaux au cours de l'hiver 1936-1937 dans un insectarium grillagé où des pots renfermant des pieds de Tabac avaient été placés à l'automne. Le Puceron s'est multiplié considérablement pendant le mois de novembre et le début de décembre et les ailés ont été nombreux à partir du 12 décembre. Nous avons disposé, à côté des Tabacs, des pots renfermant des Choux verts et un jeune pied de Pêcher qui n'avait plus aucune feuille.

Les ailés sont restés peu de temps sur le Tabac après la mue imaginale. Ils se sont tenus immobiles à la face inférieure des feuilles jusqu'à midi, puis ont gagné la face supérieure des feuilles les plus élevées. Après avoir battu fréquemment des ailes pendant quelques minutes, ils ont finalement pris leur envol ; celui-ci s'est produit principalement entre 14 h 30 et 16 h ; vers 16 h 30, il n'est plus resté qu'un très petit nombre d'ailés qui n'ont quitté la plante-hôte que dans l'après-midi du jour suivant.

Nous n'avons pas observé d'ailés qui soient restés plus de 24 h sur le Pêcher ; seulement quelques-uns d'entre eux ont été sur les Choux où ils n'ont pas tardé à produire des larves.

Les ailés ainsi que les nymphes sont devenus très rares à partir du 20 décembre ; une migration importante a été notée entre le 12 et le 18 décembre. La température moyenne des mois de novembre et de décembre a été de 7° ; durant cette période, quelques ailés et aptères ont été sur des pieds d'*Oxalis acetosella* L. et de *Sonchus vulgaris* L. qui se trouvaient au pied des Tabacs et ont engendré des larves.

Le 6 janvier 1937, il a été déposé 5 virginipares aptères provenant d'un pied de Tabac sur un Pêcher en pot dont les bourgeons étaient légèrement gonflés ; deux jours plus tard, les 5 Pucerons avaient abandonné le Pêcher : 3 ont été sur le *Sonchus* et 2 sur l'*Oxalis* et ont produit rapidement des descendants. A la même date, les Choux et surtout les Choux de Milan, cultivés dans l'insectarium hébergeaient un petit nombre d'aptères et d'ailés, ces derniers se tenant de préférence à la face supérieure des feuilles basses ; ces Pucerons n'ont pas donné de jeunes pendant la première quinzaine de janvier.

Le 18 janvier, presque tous les ailés se trouvant tant sur le Chou que sur l'*Oxalis* ou le *Sonchus* étaient morts ; il n'en restait plus qu'une

dizaine sur le pied de Tabac; la température minimum au cours de la première quinzaine de janvier a été de + 4°. Le 31 janvier, les *Sonchus* étaient littéralement recouverts de virginipares aptères, entourés d'une nombreuse descendance et de quelques ailés; il n'y avait plus que quelques individus sur les *Oxalis*.

Du 4 au 8 février, les aptères et les ailés quittèrent les *Oxalis*, les *Sonchus* et le Tabac pour se porter sur les Choux. Les nymphes étaient très nombreuses sur les pieds de Tabac; à cette époque les Pêchers en plein air étaient en bouton et les *Sonchus* se sont desséchés.

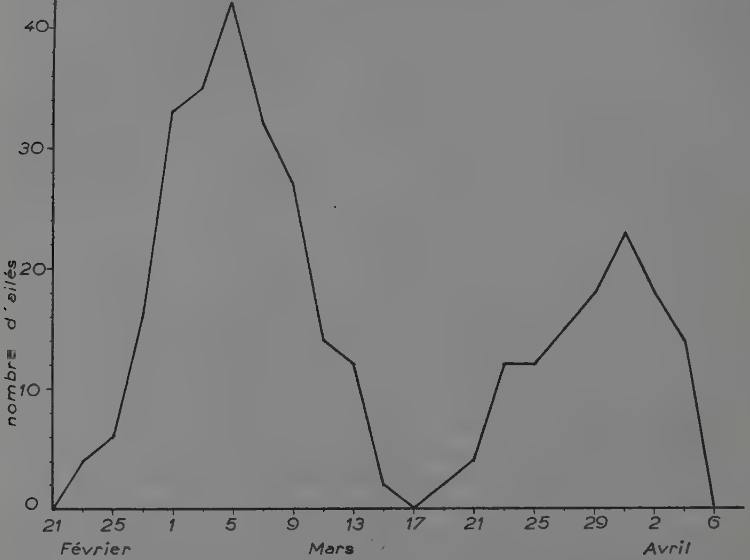


Fig. 70. — *M. persicæ*. Migration des Pucerons ailés qui se sont développés sur les Choux pendant les mois de janvier, février et mars. Bordeaux, 1937.

Le 15 février, les Pucerons étaient extrêmement nombreux sur les Choux par suite de leur intense multiplication à la fin de janvier et au début de février; ils comprenaient un pourcentage élevé de nymphes. Le Pêcher possédait à cette date de petites feuilles ayant 5 mm de long; il fut trouvé sur ces dernières : 1 ailé, 3 aptères, 3 nymphes, une dizaine de larves et, en outre, 4 aptères et 5 larves suçant les exsudations gommeuses des rameaux.

Les ailés apparurent à partir du 1er mars; afin de pouvoir noter l'importance de la migration, nous avons placé à la mi-février, 12 Choux de taille moyenne ayant une forte population de Pucerons dans des cages grillagées; les Pucerons ailés se trouvant sur les parois de la cage étaient dénombrés et enlevés tous les 2 jours; du 13 au 19 mars, de violentes averses ont gêné les observations et détruit un assez grand

nombre de Pucerons ailés : il y eut deux maxima : le 5 et le 31 mars *(fig. 70)*.

Le départ des ailés n'eut lieu, comme en décembre, que dans le courant de l'après-midi, mais la température étant plus élevée et la durée du jour plus grande, l'envol se produisit entre 13 h 30 et 17 h avec un maximum entre 14 et 15 h *(fig. 71)*.

Les aptères se trouvant sur le Pêcher ont donné très peu de descendants ; le 23 mars, il fut déposé 4 ailés sur des Choux, 4 sur des Tabacs et 4 sur le Pêcher ; sur les deux premières plantes, les ailés

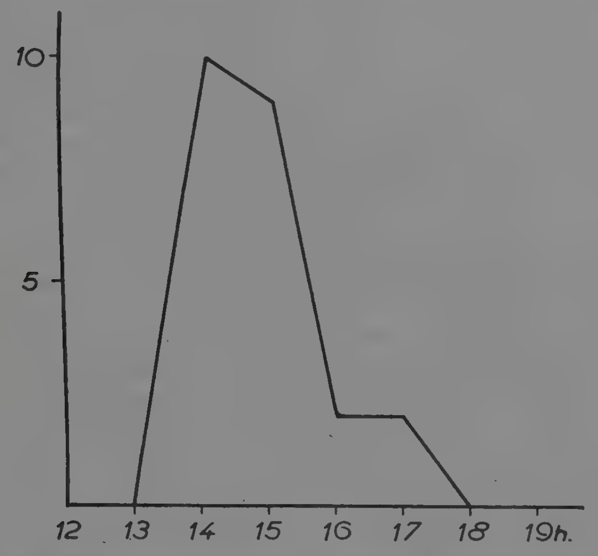


FIG. 71. — *M. persicæ*. Relation entre l'heure et le départ des ailés. Bordeaux, 31 mars 1937.

produisirent des jeunes dès le lendemain. Le 1er avril, il fut dénombré 32 larves sur les Choux, 36 sur les Tabacs ; sur le Pêcher, 2 ailés moururent le 2 avril sans avoir produit de larves, le troisième disparut le 4 avril après avoir engendré 3 larves ; enfin le quatrième vécut jusqu'au 16 avril après avoir donné naissance à une larve le 27 février et à une seconde le 4 avril. Ces quelques larves étaient toutes des aptères qui ont commencé à se reproduire le 12 avril ; leurs descendants furent très nombreux et ne tardèrent pas à envahir tout le feuillage du Pêcher ; ils engendrèrent surtout des ailés qui quittèrent l'arbre dès la dernière décade d'avril, très peu de temps après la mue imaginale.

L'hôte secondaire le plus commun à l'endroit où ont été effectuées ces observations était la Pomme de terre ; les variétés les plus hâtives ne furent pas plantées avant le début d'avril et les premières feuilles n'apparurent qu'à la fin du mois d'avril ; ce n'est cependant que le 2 juin que nous avons pu trouver quelques *Myzus* ailés sur les feuilles

de Pommes de terre, alors que *Macrosiphum euphorbiæ* Thomas était relativement abondant.

Les émigrants qui apparurent au début du printemps éprouvèrent de grandes difficultés pour trouver une plante-hôte qui leur convint ; la plupart d'entre eux furent tués par les précipitations fréquentes qui eurent lieu à cette époque ; les survivants parvinrent à déposer quelques larves sur les jeunes plantes sauvages (principalement les crucifères). La résistance de ces ailés à la famine totale fut considérable ; à la température de 15°, 50 p. cent d'entre eux étaient encore vivants après 7 jours de jeûne absolu et 2 p. cent le 12e jour.

Dans les régions où l'hiver est doux, le Puceron gris du Pêcher peut donc se multiplier très activement pendant tout l'hiver et des migrations importantes peuvent avoir lieu parmi les colonies se développant sur les Choux depuis le début de décembre jusqu'à la fin du mois de mars. Ces virginipares ailés peuvent aller se reproduire sur le Pêcher et engendrer une descendance nombreuse que l'on peut facilement confondre avec des *fundatrigeniæ apteræ.*

b) *Plantes-hôtes primaires.* — Dans les régions à hiver rigoureux, *M. persicæ* hiverne sous la forme d'œuf ; les conclusions des nombreux travaux parus sur cette question sont des plus contradictoires en ce qui concerne les plantes pouvant servir d'hôtes primaires.

Buckton (1876) a signalé que les hôtes primaires sont le Pêcher et le Brugnon. D'après Gillette et Taylor (1908), les œufs peuvent être pondus sur *Prunus persicæ*, *P. domestica*, *P. americana*, *P. virginiana*, *P. cerasus*, *P. armeniaca* et *P. melanocarpa* ainsi que sur le Brugnon. Huckett (1925) a trouvé des œufs sur le Chou. Selon Theobald (1926) les œufs peuvent être déposés à l'aisselle des bourgeons du Pêcher et du Brugnon, ainsi que sur le *Daphne*, le Chou et probablement d'autres plantes, depuis le mois d'octobre jusqu'à la mi-décembre.

Au Canada, les plantes-hôtes primaires sont *Prunus pennsylvanica* et *P. virginiana* d'après Burnham (1937) et *P. nigra*, d'après Gorham (1942). Wahlgren (1935-1938) a trouvé en Suède des *Myzus* en automne sur *Cydonia japonica*, des fondatrices et des ailés au printemps suivant ; il a également récolté au printemps des aptères sur *Euonymus japonica* et en automne sur *Malva neglecta*, *Prunus mahaleb* et *P. avium*. *M. persicæ* est l'Aphide le plus commun sur la Pomme de terre en Suède bien qu'il n'y ait pas de Pêcher (Ossianilson 1943). Volkart (1939) a observé la ponte sur le Rosier en Allemagne. Divers travaux allemands se rapportant à la lutte contre les maladies à virus de la Pomme de terre signalent que l'arrachage du Pêcher et de l'Abricotier n'a pas amené la disparition de *M. persicæ.*

Enfin Elze (1927), Heinze et Profft (1938) ont vu sur la Pomme de terre, des femelles ovipares qui ont déposé des œufs après accouplement.

En France, d'après Balachowsky et Mesnil (1935), l'hôte primaire est le Pêcher et plus rarement le Pommier et le Cerisier.

Hille Ris Lambers (1946) a noté en Hollande qu'un grand nombre de sexupares peuvent être trouvés sur diverses espèces de *Prunus : P. persicæ* Batsch. *P. armenica* L., *P. spinosa* L., *P. avium* L., *P. cerasus* L. et d'autres espèces ornementales non identifiées. Sur toutes ces espèces, les larves des femelles ovipares se développent normalement. Les mâles quittent les plantes-hôtes d'été quelque temps après les sexupares ; ils montrent une préférence marquée pour *P. persicæ*, mais peuvent être trouvés sur toutes les autres espèces mentionnées précédemment ; après l'accouplement, qui a lieu souvent sur les branches, les œufs sont pondus en des endroits abrités, la plupart sur les vieilles branches ou les troncs ; ils sont déposés sur les différentes espèces de *Prunus*. Hille Ris Lambers a trouvé des femelles sexuées sur *Rosa* mais n'a pas observé la ponte d'œufs fécondés.

Sur les divers *Prunus*, les œufs éclosent normalement au printemps, mais seules, les larves s'alimentant de *P. persicæ* atteignent la maturité ; elles meurent sur les autres espèces de *Prunus*. Hille Ris Lambers a trouvé des ovipares sur *Tanacetum vulgaris* L. et il pense qu'elles peuvent être observées sur d'autres plantes herbacées ou ligneuses.

La conclusion énoncée par cet auteur est que les fondatrices de *M. persicæ* ne peuvent se développer que sur *Prunus persica*. L'observation de Theobald relative à la ponte d'œufs et au développement de fondatrices sur *Daphne* doit vraisemblablement se rapporter à une autre espèce.

En Suisse, d'après Fenjves (1945), la ponte a lieu principalement sur le Pêcher et accessoirement sur l'Abricotier et le Brugnon ; cet auteur a dénombré 30 œufs sur le Pêcher contre un sur l'Abricotier. Si l'on place des sexupares ou des femelles sur une surface égale de feuilles juxtaposées de Pêcher et d'Abricotier, 90 p. cent d'entre elles gagnent le Pêcher. Sur 250 œufs trouvés sur le *Rosier*, 175 ont éclos dont 11 de *Myzus persicæ* soit une proportion de 7,3 p. cent ; 4 fondatrices purent atteindre le stade imaginal. Fenjves a trouvé des œufs de *Myzus persicæ* Sulz. et de *Macrosiphum euphorbiæ* sur *Rosa pommifera* et *R. alpina* : 80 p. cent des œufs trouvés sur ces plantes appartenaient à *M. persicæ* et 20 p. cent à l'autre espèce. En juin, cet auteur a trouvé sur ces plantes, alors que les migrations n'avaient pas encore eu lieu, des aptères et des ailés de *M. persicæ* ; il en conclut que les fondatrices peuvent se développer normalement sur *Rosa*.

Dans la région parisienne, les sexupares ailés ont été trouvés sur des Choux à partir du 9 septembre 1946 et du 1er septembre 1947 ; ils ont été observés en grand nombre sur les Pêchers à partir du 27 septembre 1946 et du 20 septembre 1947 ; l'arrivée des premiers sexupares sur le Pêcher se produisit pendant tout le mois de septembre et la première quinzaine d'octobre.

Au cours de l'automne de l'année 1948, il a été procédé à la numération des sexupares, des femelles et des mâles sur 10 rameaux de Pêcher, afin de pouvoir évaluer les fluctuations de la migration, en fonction du nombre de feuilles persistant sur ces rameaux ainsi que la mortalité des femelles sexuées.

TABLEAU LXXXIX

Numération des sexupares, des larves de femelles sexuées, des femelles adultes, des mâles et des feuilles sur dix rameaux de Pêcher.

Dates des observations	Sexupares	Femelles sexuées		Mâles	Nombre de feuilles
		larves	adultes		
29 septembre	21	64	—	—	112
4 octobre	81	259	—	—	109
7 —	105	142	—	—	108
13 —	102	82	12	6	107
18 —	60	35	25	20	104
23 —	63	21	55	14	102
30 —	1	0	50	5	83
6 novembre	0	—	12	0	68
13 —	—	—	2	—	59
24 —	—	—	—	—	27

Dès qu'ils eurent atteint le Pêcher, les sexupares circulèrent sur le feuillage et gagnèrent de préférence l'extrémité des rameaux ainsi que la face supérieure des feuilles qui étaient à cette époque fortement enroulées vers le haut ; 24 à 48 h après leur arrivée, parfois seulement au bout de quelques heures, ils commencèrent à donner naissance aux futures femelles sexuées. La migration eut lieu principalement entre 13 et 16 h.

Les sexupares moururent en grand nombre à partir du 10 octobre, quelques-uns d'entre eux arrivèrent encore sur les Pêchers le 28 octobre et donnèrent des larves qui ne purent devenir adultes par suite de la chute des feuilles et de l'abaissement de la température moyenne.

Les mâles ont été constamment moins nombreux que les femelles sexuées, mais au moment où a commencé l'accouplement (mi-octobre), le rapport du nombre des mâles à celui des femelles n'a pas été inférieur à 5 p. cent. En Suisse, FENJVES a remarqué que ce rapport était souvent de 1 à 100 et il lui attribue le petit nombre d'œufs déposés sur les rameaux eu égard au grand nombre de sexupares. D'après cet auteur, le faible nombre de mâles serait dû à la mortalité de la plupart des plantes-hôtes secondaires dès le début du mois d'octobre, ce qui ne permettrait pas aux larves mâles de terminer leur développement ; les conditions climatiques qui sévissent à cette période de l'année amèneraient également la mortalité d'un grand nombre de mâles.

Il ne fait pas de doute que ce facteur intervienne pour une bonne part dans la disproportion numérique existant entre les mâles et les femelles, et d'une manière plus rigoureuse en Suisse qu'en France en raison du climat plus continental. Il convient cependant de remarquer que, si les élevages individuels faits au laboratoires sur des feuilles

de Chou (tableau CIX) montrent que les sexupares sont moins nombreux que les mâles (la proportion des sexupares par rapport à celle des mâles est en moyenne de 13 à 15 p. cent), chaque sexupare produit en plein air en moyenne 6 descendants dont 2 à 3 atteignent le stade imaginal. Ce rapport peut d'ailleurs varier dans des proportions considérables suivant les conditions climatiques, et principalement les précipitations existant au moment des migrations de l'une ou l'autre formes. Le 25 octobre 1947, il y avait sur les Pêchers en plein air autant de sexupares que de mâles.

Les froids précoces modifient également ce rapport en provoquant la chute des feuilles avant que le développement des femelles sexuées ne soit terminé ou avant qu'elles n'aient gagné les rameaux du Pêcher. En 1947, les femelles sexuées devinrent adultes à partir du 18 octobre et les feuilles commencèrent à tomber le 21 octobre alors que certaines larves étaient seulement au deuxième stade ; leur chute fut très importante les jours suivants et il restait très peu de feuilles le 1er novembre. Il en est résulté que sur 3 des 4 Pêchers en observation, il n'a pu être trouvé une seule fondatrice au printemps suivant, bien qu'il y ait été dénombré le 6 octobre près de 3 sexupares en moyenne par feuille.



FIG. 72. — *M. persicæ*. Femelle sexuée et œufs d'hiver sur le Pêcher. Versailles, 10 novembre 1948.

Les variétés de Pêcher dont le feuillage persiste tardivement en automne seront donc plus aptes à permettre la croissance complète des femelles ovipares et hébergeront, par conséquent, un nombre de fondatrices beaucoup plus important que les variétés à défeuillaison précoce : il a été trouvé au printemps de l'année 1948, une trentaine de fondatrices sur le quatrième Pêcher dont bon nombre de feuilles étaient encore sur l'arbre après le 1er novembre.

Le nombre maximum des larves de femelles sexuées a été noté vers le 4 octobre ; il a diminué rapidement au cours des semaines suivantes : ceci était dû à la chute des larves et des feuilles, à l'action de la pluie et de quelques larves de Syrphes.

La copulation a été observée de 1 à 5 jours après l'arrivée des mâles : le nombre maximum d'accouplements a été noté entre le 20 et le 25 octobre.

Les femelles sexuées adultes, ont abandonné brusquement les feuilles pour se porter sur les rameaux ; le 30 octobre 1948, tous les Pucerons se trouvaient sur les feuilles, et le 3 novembre, la quasi-totalité d'entre eux avaient gagné les rameaux ; ils circulaient activement sur ces derniers et recherchaient les endroits convenant le mieux à la ponte.

Le premier œuf est souvent émis le lendemain du coït, mais la

ponte peut s'échelonner sur 15 à 25 jours; chaque femelle pond de 5 à 10 œufs. Les œufs sont déposés isolément et de préférence sur les jeunes rameaux à l'aisselle des bourgeons (*fig.* 72); nous avons cependant trouvé quelques œufs sur les feuilles. Les femelles recherchent des endroits bien abrités : de nombreux œufs sont placés entre le bourgeon et le rameau; on trouve parfois des amas de 20 à 50 œufs dans des plaies ou de petites cavités des rameaux dues à une blessure ou à la grêle.

Un certain nombre de larves ou de femelles sexuées adultes sont détruites par les larves de Syrphides, principalement celles d'*Epistrophe balteata* et de *Syrphus ribesii;* un champignon, *Entomophthora freseni* COHN, amène la mort des sexupares âgés et d'une faible proportion de femelles.

Nous avons obtenu sans difficulté, par des élevages au laboratoire, le développement complet des femelles sexuées et la ponte sur des feuilles de Chou tant à l'automne qu'au printemps. La ponte ne peut se produire, sauf cas tout à fait exceptionnels, qu'après l'accouplement : *M. persicæ* se comporte donc, en l'occurence, comme *Toxoptera graminum,* ainsi que l'a signalé WEBSTER.

L'élevage au laboratoire crée des conditions de milieu très particulières et il se pouvait que la ponte sur Chou, bien qu'ayant lieu au laboratoire, ne puisse se produire en plein air. Nous avons trouvé le 29 octobre 1948 sur un Chou en plein air un sexupare ailé de *M. persicæ* entouré de 6 femelles sexuées adultes de couleur rouge vif. Il peut donc arriver que les femelles sexuées se développent sur les Choux mais cela paraît exceptionnel au moins dans une bonne partie de la France où les Pêchers sont assez largement répandus; il est possible que cela se produise plus fréquemment dans les régions où le Pêcher n'existe pas.

c) *Elevage de la lignée* 1947 *pendant l'automne et l'hiver* 1947-1948. — Les observations ont porté, comme pour *B. brassicæ,* sur des Pucerons appartenant à trois lignées différentes :

1° La lignée 1945 a été constituée en 1946 avec un Puceron aptère récolté sur Chou au début du printemps et qui fut élevé ensuite au laboratoire; elle ne produisit pas un seul sexué au cours de l'hiver 1947-1948;

2° La lignée 1947 fut créée en 1947 avec un descendant aptère *(fundatrigenia aptera)* d'une fondatrice récoltée sur un Pêcher le 25 avril et qui fut transféré directement sur une feuille de Chou.

Durant toute l'année 1947, les Pucerons aptères de la lignée 1946, d'une couleur nettement verte, furent très féconds; ceux de la lignée 1947 conservèrent constamment une teinte beige rosé très caractéristique et leur fécondité fut nettement plus faible que celle des aptères de la lignée 1946; elle augmenta sensiblement à partir du début de septembre. Il fut ainsi possible de faire des observations sur un assez grand nombre d'individus.

Dans les élevages de la lignée 1947 les premiers sexupares ailés

apparurent le 7 octobre et leur nombre augmenta rapidement les jours suivants.

Il a été fait des élevages individuels et groupés des aptères et des ailés de la lignée 1947 sur des feuilles de Chou et des rameaux de Pêcher à partir du 3 octobre 1947. Une assez forte mortalité s'est produite dans ces élevages : le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus.

Tableau XC

Elevages individuel et groupé de Pucerons aptères ou ailés.

Plante-hôte	Date mue imaginale des mères	Date du début et de la fin des mues imaginales des descendants	Nombre et nature des géniteurs	Nature des descendants
Chou	3/10	22/10 au 12/11	1 A	27 M 6 SL
	3/10		1 A	27 M
	3/10		1 A	14 M 1 SL
	3/10		1 A	22 M 1 SL
	3/10		1 A	24 M 1 SL
Pêcher	9.17/10	22/10 au 30/10	58 SL	84 F

Les aptères (qui étaient des sexupares aptères) ont produit exclusivement des mâles et des sexupares ailés (SL) ; ces derniers ont engendré uniquement des femelles sexuées.

Tableau XCI

Composition de la descendance de virginipares aptères élevés en lignées individuelles. (Hiver 1947-1948.)

Génération	Dates prem. et dern. mues imaginales	Forme géniteurs	Composition de la descendance				% global	
			A	SL ou L	M	F	Sexués (1) / A + sexués	M / M + SL
1re	17-29 oct. 1947	A	15	2 SL	1		16	33
2e	27 oct. - 7 nov.	A	25	5 SL	3		24	37
3e	12 nov. - 24 nov.	A	34	7 SL	4		24	36
4e	24 nov. - 15 déc.	A	7	5 SL	2		50	28
5e	20 déc. - 8 janv. 2948	A	2	13 SL	14		93	51
		SL				6		
1re	13 janv. - 3 fév.	A (2)	260	10 L			0	0
2e	7 fév. - 5 mars	A	172	16 L	90		37,5	78,8
				23 SL				
3e	25 février - 23 mars	A	95	7 SL	83		47	92
		SL	85		3		3,4	100
4e	18 mars - 6 avril	A	11	117 SL	134		96	53
	8 mars - 6 avril	SL	76		15		16,5	100
5e	27 mars - 16 avril	A		8 SL	34		100	80
	27 mars - 21 avril	SL				30		
1re	10 - 22 avril	A (3)	142	5 L			0	0
	5 avril - 7 mai	L (3)	5					
2e	22 avril - 20 mai	A	126	1 SL	41		25	80
3e	10 mai - 5 juin	A	3		37		92	100

(1) Les sexupares ailés étant assimilés à des individus sexués.
(2) Provenant de la 4e génération à la lumière permanente.
(3) Provenant de la 9e génération à la lumière permanente.

L'élevage de Pucerons aptères de la lignée 1947 a été poursuivi à l'automne et durant l'hiver 1947-1948 afin de contrôler le mode d'apparition des sexués et de voir si ceux-ci pouvaient être obtenus par l'élevage exclusif sur le Chou. Cet élevage a été fait à côté de celui de *B. brassicæ* et exactement dans les mêmes conditions de milieu.

La tête de lignée a été constituée par 1 aptère de la lignée 1947 récolté dans une cage en plein air le 7 octobre 1947 et qui a produit 15 aptères, 2 sexupares ailés et 1 mâle ; 2 de ces aptères ont été utilisés pour cette expérience et les autres ont été employés pour d'autres essais (action de la lumière permanente, d'une température constante de 25°, etc.).

Ces élevages ont abouti rapidement à la production exclusive de sexupares ailés et de sexués ; nous avons recommencé l'expérience en janvier et en avril à partir d'aptères obtenus dans le lot élevé dans la même pièce mais recevant une lumière permanente.

Ces expériences montrent qu'il peut être obtenu un pourcentage très important de mâles et de sexupares ailés, non seulement en automne, mais aussi pendant l'hiver et surtout au printemps en 2 à 5 générations.

d) *Echelonnement de l'apparition des mâles et des femelles.* — Les premiers sexupares ailés ont été notés sur le Chou le 9 septembre 1946 et sur les Pêchers en plein air le 22 septembre 1946, le 23 septembre 1947 et le 27 septembre 1948 ; les mâles n'ont été trouvés qu'à partir du 22 octobre 1947 et du 13 octobre 1948.

Dans les élevages faits au laboratoire et à la lumière naturelle, les sexupares adultes ailés ont été observés à partir du 7 octobre 1947 et du 4 octobre 1948, et les mâles à dater du 11 octobre 1948 (lignée 1948) ; les mâles sont apparus en grand nombre dans le courant du mois de mai et même au début de juin ; les derniers mâles sont nés le 20 juin (c'est-à-dire au moment où la durée du jour était de plus de 16 h) et leurs mères vers le 15 mai (durée du jour 15 h).

Les dates de naissance les plus tardives des femelles sexuées adultes se situent vers le 1er juin ; elles ont été produites par un sexupare ailé dont la mue imaginale a eu lieu entre le 15 et le 20 mai. Ceci constitue un cas exceptionnel et l'on peut admettre que pratiquement, il ne naît plus de femelles sexuées après le 15 avril, alors que la naissance des mâles se poursuit jusqu'au 25 mai.

La remarque faite à ce sujet pour *B. brassicæ* se confirme en ce qui concerne *M. persicæ* ; les mâles apparaissent plus précocement que les femelles à l'automne et persistent plus tardivement que ces dernières au printemps.

e) *Conclusions.* — Les points suivants peuvent être tirés de ces expériences et observations préliminaires :

1° Les virginipares peuvent supporter des froids de — 15° à — 18° ; ils se multiplient activement dès le début du printemps sur

diverses plantes sauvages ou cultivées, notamment sur les Choux. L'effet de groupe peut amener une production précoce de virginipares ailés. Ces derniers sont capables de se reproduire sur les Pêchers peu de temps après le débourrement; ils donnent naissance à des aptères qui engendrent principalement des ailés;

2° La migration des sexupares ailés commence dans la troisième décade de septembre et se termine vers la fin du mois d'octobre ou le début de novembre. Les mâles ne sont trouvés sur les Pêchers qu'à partir de la seconde décade d'octobre;

3° La production des sexupares ailés n'est pas liée à l'effet de groupe; il se peut cependant que celle-ci favorise leur apparition;

4° A la lumière naturelle et à une température moyenne de 18-20°, il est obtenu à peu près exclusivement des sexués en 2 à 5 générations, même pendant les mois d'avril, de mai et le début de juin en ce qui concerne les mâles;

5° Les sexupares ailés pondent moins facilement sur les feuilles de Chou que sur celles du Pêcher; les femelles sexuées se développent normalement et il n'a pas été noté une réduction du nombre des œufs à l'intérieur de leur corps. La ponte a été observée à plusieurs reprises au laboratoire sur les feuilles de Chou mais elle se produit beaucoup plus rarement que sur le Pêcher; comme il est difficile d'obtenir en même temps des mâles et des femelles, ce fait peut être simplement dû à la non-fécondation. On peut également attribuer cette anomalie à ce que l'insecte ne trouve pas de surface rugueuse, crevassée, comme celle que lui offrent les rameaux de Pêcher et susceptible de déclencher les mouvements d'expulsion des œufs par l'excitation des soies périvulvaires;

6° Toutes les expériences ont été conduites sur de jeunes feuilles de Chou; l'apparition des sexupares aptères et ailés ne dépend donc pas d'une déficience qualitative ou quantitative de la nourriture. Nous verrons cependant (chapitre XVI) que l'élevage des sexupares sur le Chou peut favoriser la production totale ou partielle de virginipares au lieu et place d'individus sexués.

7° Au laboratoire, les premiers mâles naissent le 1er octobre (durée du jour : 11 h 30) et les derniers le 20 juin (durée du jour : 16 h); les femelles sexuées naissent à partir du 10 octobre (durée du jour : 11 h); et les dernières vers le 15 avril (durée du jour : 13 h 30) exceptionnellement le 1er juin (durée du jour : 15 h 45).

3° **Sappaphis plantaginea Pass.,** — D'après BAKER et TURNER (1916), les migrants d'automne (sexupares) naissent dans les derniers jours du mois d'août et deviennent adultes vers la mi-septembre. Un puceron aptère peut engendrer des virginipares aptères ainsi que des sexupares ou des mâles, mais il n'a pas été observé de Pucerons produisant les trois formes. En règle générale, le premier

cas s'observe un peu plus tôt que le second. Quelques Pucerons aptères, sœurs des sexupares ailés, ont produit exclusivement des mâles. Les sexupares ailés n'engendrent que des femelles ovipares.

Nos observations ont tout d'abord porté sur des pieds de Plantain situés au voisinage de Pommiers ayant été infestés par le Puceron mauve des Pomacées. Durant tout le mois d'août et le début de septembre, de petites colonies ont été observées sur la plupart des Plantains ; les trois espèces *(Plantago lanceolata, media, major)* ont été infestées. *P. major* est relativement rare ; *P. lanceolata* est très abondant et le plus fréquemment parasité.

Les feuilles de *P. media* sont généralement appliquées sur le sol ou disposées parallèlement à celui-ci alors que celles de *P. lanceolata* sont dressées ; il en résulte que les Pucerons qui se tiennent normalement à la face inférieure des feuilles de *P. media* sont dans un microclimat beaucoup plus humide que sur *P. lanceolata.* Il est possible que sous des climats dont l'humidité relative est élevée, les Pucerons préfèrent parasiter *P. lanceolata.*

Plusieurs générations se sont succédé sur les Plantains depuis le mois de mai jusqu'au mois d'octobre ; les Pucerons se tenaient à la face inférieure des feuilles ou sur les tiges florales et étaient peu nombreux. Ce n'est que vers le début du mois de septembre que les colonies sont devenues importantes et que l'effet de groupe a pu éventuellement intervenir.

Les sexupares ont été extrêmement rares sur le Pommier jusqu'au 10 octobre. Les premiers sexupares ailés adultes ont été trouvés le 10 septembre 1946, le 2 septembre 1947 et le 8 septembre 1948 sur des feuilles de Plantain faiblement infestées ; à ces dates, la plupart des larves possédaient des moignons alaires et la proportion des ailés était sensiblement la même sur les trois espèces de Plantain. Il a été encore observé l'arrivée des sexupares sur les Pommiers à la fin du mois de novembre alors que plusieurs variétés n'avaient plus de feuilles.

La proportion des sexupares ailés par rapport au nombre total de Pucerons a augmenté progressivement sur le Plantain dans le courant du mois de septembre ; le maximum a eu lieu vers le 24 septembre ; la taille de ces sexupares a été très variable bien qu'ils se soient tous développés dans des conditions de température et d'humidité normales et qu'il n'y ait pas eu de surpopulation marquée.

Les sexupares restent un temps variable (de quelques heures à 2 jours) sur le Plantain puis s'envolent vers les Pommiers. Ils gagnent la face inférieure des feuilles, piquent celles-ci et produisent généralement la première larve 24 h après leur arrivée mais certains ne commencent à pondre que 2 à 3 jours plus tard.

De nombreux ailés ont été trouvés à la face inférieure des feuilles de Pommier dès le 25 septembre 1948, alors qu'ils ne furent notés que le 14 octobre 1949.

L'émission des larves se fait à un rythme très rapide ; la fécondité

moyenne des ailés a été de 9,2 larves, qui ont été produites en 2 à 9 jours, mais plus des 3/4 des larves ont été émises dans les 48 h qui suivirent le début de la période de ponte.

La longévité de ces sexupares est assez élevée, l'un d'eux n'est mort que 38 jours après avoir terminé la ponte ; la durée totale de son existence imaginale a donc été de 46 jours. Pour 18 Pucerons mis en observation, la longévité moyenne a été de 22,3 jours.

Les mâles ont été observés pour la première fois sur le Pommier le 5 octobre 1945, le 4 octobre 1946, le 1er octobre 1947 et le 3 octobre 1948.

Le développement des premiers stades larvaires des femelles sexuées est extrêmement lent ; les femelles sexuées adultes ne sont trouvées qu'à partir du 25 octobre. Les femelles sexuées à l'état larvaire et les adultes les plus précoces se tiennent à la face inférieure des feuilles ; lorsqu'elles sont sur le point de pondre, elles gagnent les rameaux et circulent sur ceux-ci afin d'y trouver des endroits favorables à la ponte. Le nombre d'œufs pondus varie de 4 à 8 ; il est en moyenne de 6,5 par femelle ; la ponte peut se prolonger jusqu'au 15 décembre lorsque l'automne est très doux, comme ce fut le cas en 1948.

4° **Aphis saliceti Kalt.** — *Aphis saliceti* Kalt. se développe sur les Saules et les Osiers (*Salix viminalis*, *Salix capreae*, etc.). Il présente un intérêt particulier du point de vue de l'apparition extrêmement précoce des sexués.

Les œufs sont disposés sur les rameaux de l'année ainsi que sur les troncs ; les jeunes fondatrices gagnent les pousses et produisent un grand nombre de descendants ; elles peuvent former des gaines continues à l'extrémité des jeunes tiges. Ces colonies sont presque toujours visitées par les fourmis qui peuvent les transporter sur d'autres rameaux que ceux où elles sont nées.

Theobald (1927) a observé en Angleterre des femelles sexuées à la fin de juin et dans le courant de juillet mais n'a jamais trouvé de mâles. Miss Haviland (1920) a par contre trouvé les deux sexes et les a décrits succintement. Les sexués de cette espèce apparaissent également très tôt au Canada (Gillette et Bragg, 1918) et aux Etats-Unis (Stevens, 1906).

Klodnitski (1912) a remarqué que les œufs placés dans une étuve à la température de 25° éclosent en même temps que ceux laissés en plein air ; en Allemagne, les fondatrices naissent depuis le 10 avril jusqu'au début de mai. Cet auteur a observé une lignée ne comprenant que deux générations et une autre en comprenant trois ; la seconde génération de cette lignée ne comprenait que des ailés.

Des sexuales d'*Aphis saliceti* ont été trouvées à partir du 20 mai par Mordwilko (1912) aux environs de Varsovie.

L'élevage d'*Aphis saliceti* est extrêmement difficile et il n'a pas

été possible de faire des observations précises sur un grand nombre de lignées individuelles.

L'éclosion des œufs d'hiver débute à la mi-mars et, plus fréquemment, à la fin de ce mois ; les fondatrices adultes ont été trouvées entre le 15 et le 30 avril. Nos observations ont été faites dans deux petites cultures d'Osier, distantes de plus de 2 km. Dans la première, nous avons constaté la présence de deux catégories de fondatrices, les unes donnant uniquement des larves vertes et les autres des larves orangées, ces dernières étant 3 à 5 fois plus nombreuses que les premières. Dans la seconde oseraie, au contraire, la plupart des fondatrices ont produit des larves vertes ; en outre, quelques fondatrices ont engendré des larves vertes puis des larves orangées. En 1949, des fondatrices adultes ont été notées à partir du 15 avril et de nombreuses larves vertes sont nées entre le 15 et le 30 avril ; 2 larves orangées ont été trouvées le 30 avril. Plusieurs fondatrices ont été disséquées à cette date : les ovaires de la plupart d'entre elles ne renfermaient que des larves vertes ; certaines avaient à la fois des larves vertes ou orangées ; les larves vertes étaient toujours produites en premier. La proportion des deux formes était très variable suivant les individus ; les larves vertes étaient généralement plus nombreuses que les larves orangées ; cependant, une fondatrice a produit 5 larves vertes et 5 larves orangées et une autre 2 larves vertes et 4 orangées.

Les adultes des deux catégories étaient verts ; il existe d'assez grandes variations de couleur mais ceux qui étaient orangés dans leurs premiers stades se différenciaient des autres par la présence de lignes jaunâtres sur le dos.

Les fondatrices ont produit des aptères parfois suivis de quelques ailés ; les *fundatrigeniæ apteræ* sont devenus adultes à partir de la fin du mois d'avril ou au début de mai ; dans nos élevages, ils ont engendré des virginipares aptères ou ailés, des mâles et des femelles. Les virginipares ailés de la lignée à larves orangées ont produit également des larves orangées et les ailés de la lignée à larves vertes, des larves vertes ; ils ont donné principalement naissance à des sexupares aptères.

Il a été dénombré le 3 juillet 1946, sur des Osiers en plein air, 40 p. cent de virginipares aptères, 16 p. cent de virginipares ailés et de nymphes, 38 p. cent de femelles ovipares et 6 p. cent de mâles adultes. En 1946, les sexués sont apparus d'une manière plus précoce : un mâle et une femelle sexuée renfermant 4 œufs bien développés ont été trouvés le 31 mai, mais les femelles sexuées adultes n'ont été observées en grand nombre que le 19 juin. Une proportion d'environ 8 p. cent de sexués a été notée dès le 31 mai 1949 ; il est à remarquer que le printemps de cette année a été caractérisé par des conditions climatiques anormalement chaudes et sèches.

Durant le mois de juin, l'importance des colonies a diminué considérablement par suite des précipitations atmosphériques, de l'action des prédateurs et des parasites, et aussi, de l'apparition des sexués.

Cependant, la reproduction parthénogénétique a persisté dans quelques colonies jusqu'au mois d'août.

Le cycle complet d'*Aphis saliceti* peut être extrêmement court et ne comprendre que la fondatrice, les *fundatrigeniæ* et les sexués; dans ce cas, les *fundatrigeniæ* sont donc en même temps sexupares; ce cycle s'observe aussi chez quelques autres espèces : *Mindarus abietinus* Koch (Nusslin, 1900-1910) et *Hormaphis hamamelidis* (Morgan et Shull, 1910). Entre la naissance de la fondatrice et la ponte des « œufs d'hiver », il peut ne s'écouler que deux mois.

Les sexupares naissent entre le 1er mai et le 15 juin, c'est-à-dire lorsque la durée du jour est voisine du maximum (15 à 16 h). On ne peut donc, pour cette espèce, attribuer le déclenchement de la production des sexués à un raccourcissement de la durée du jour ou à un abaissement de la température.

Les sexués se trouvent presque toujours à l'extrémité de jeunes rameaux vigoureux; on ne peut par conséquent expliquer leur développement par une nourriture déficiente en quantité ou en qualité.

E. Patch (1917) a signalé la présence d'*A. saliceti* aux Etats-Unis sur *Salix viminalis* le 25 juillet, sur *Fœniculum vulgare* en juin et juillet, sur *Heracleum lanatum* le 25 juillet et sur le Panais cultivé en juillet et août.

Nous avons transporté à la fin du mois de mai un grand nombre d'ailés et d'aptères sur le Panais : ils ont tous disparu en quelques jours.

B. — Mode d'apparition des sexupares et des sexués.

En règle générale, les sexupares aptères de la famille des *Aphidinæ* produisent exclusivement des mâles, et les sexupares ailés des femelles sexuées (Borner et Schilder in Sorauer, 1932).

En fait, cette spécialisation est rarement aussi marquée; nos observations, faites sur *B. brassicæ* et *M. persicæ*, montrent que la descendance des sexupares aptères ou ailés est souvent mixte, comprenant, outre des sexués, des individus aptères ou ailés; un sexupare peut produire à la fois des mâles et des femelles.

Balbiani (1898) a signalé que les femelles parthénogénétiques du « Gros Puceron brun de la Centaurée-jacée » pouvaient engendrer d'abord des individus agames puis un mélange d'individus agames et sexués et ensuite uniquement des sexués; les mâles sont produits en premier et les femelles en dernier. Des faits du même ordre ont été observés par Webster et Phillips (1912) chez *Toxoptera graminum* Rond.

Il est assez curieux de noter qu'aucun auteur ne s'est attaché, à notre connaissance, à étudier la composition de la descendance produite par ces sexupares, et les modalités du passage de la reproduction parthénogénétique à la reproduction sexuée.

1° **Brevicoryne brassicæ.** — D'après Herrick et Hungate, les femelles ovipares sont produites uniquement par des sexupares ailés ; il n'est pas fourni de précisions sur l'origine des mâles.

Les autres auteurs qui ont étudié la biologie de *B. brassicæ* ne donnent aucune indication sur cette question.

Chez cette espèce, la production des formes sexuées est en fait des plus irrégulières ; l'élevage de nombreux Pucerons récoltés en plein air lors de l'apparition des premières formes sexuées a montré que le déclenchement de la forme sexuée n'a pas lieu sensiblement en même temps chez tous les individus et que bon nombre d'entre eux ne produisent que des descendants parthénogénétiques.

Sur 100 Pucerons aptères récoltés à la fin du mois de septembre de l'année 1945, 18 ont produit des virginipares aptères et des mâles en mélange ou des virginipares aptères et ailés ainsi que des mâles, 4, des virginipares aptères et ailés et 78, uniquement des virginipares aptères. 30 virginipares ailés récoltés à la même époque n'ont produit que des virginipares aptères. Les premiers individus sexués ont été observés, cette année-là, le 21 septembre.

En 1946, les premiers mâles sont trouvés le 20 septembre ; 90 p. cent des aptères récoltés en plein air le 10 septembre ont produit uniquement des aptères, 2 p. cent des aptères et des ailés, 8 p. cent des aptères et des mâles. En plein air, les ailés sont apparus en grand nombre à partir du 10-12 septembre ; ils ont engendré des virginipares aptères et des femelles sexuées.

En 1947, les observations ont porté sur les descendants de fondatrices récoltées au printemps de l'année 1947, dans des champs de Colza situés dans le département de l'Aisne (lignée 1947). Les premiers sexués adultes ont été observés le 9 septembre ; 18 p. cent des Pucerons récoltés le 22 août ont produit uniquement des aptères, 11 p. cent, des aptères et des ailés, 71 p. cent, des aptères, des mâles et des ailés.

a) *Descendance des sexupares aptères.* — La composition de la descendance des Pucerons aptères ou ailés produisant des individus sexués est des plus variables.

Les femelles sexuées apparaissent généralement vers le milieu de la période de reproduction, après des virginipares et des sexupares aptères ou ailés et avant les mâles ; le tableau ci-dessous indique les principaux cas fournis par des élevages individuels faits au laboratoire, à la lumière naturelle et à une température moyenne de 18°, depuis le début de septembre jusqu'à la fin du mois de mars ; la première colonne indique le nombre de jours après la mue imaginale du premier-né.

Les cas les plus courants sont les n°s 1, 3 et 4 ; le n° 1 s'observe principalement au début de l'automne ; il se caractérise par la production de virginipares et de sexupares aptères en proportion variable (qui engendreront à leur tour des aptères, des sexupares aptères ou ailés et des mâles), suivis exclusivement de mâles.

TABLEAU XCII

Composition de la descendance de sexupares aptères élevés au laboratoire (température moyenne : 18° et lumière naturelle).

Nombre de jours	Cas n°s 1	2	3	4	5	6
1.	1 A	3 A	2 A	2 A	2 A	1 A
2.	3 A	2 A	3 A	1 A	2 A	4 A
3.	3 A	5 A	2 A	1 A	2 A	3 A
4.	3 A	1 A	2 A	1 A	2 A	4 A
5.	4 A	1 I 1 F	2 A	1 A	2 F	2 A
6.	2 A	3 M	1 A 1 I	2 A 3 M	3 A	3 A
7.	1 A 1 M	2 M	2 L	1 M	1 A 2 F	2 A 1 M
8.	1 M	3 M	1 A 2 L	2 A 1 M	2 A 1 F	1 M
9.	1 M	3 M	1 A	4 M	1 A 1 F	2 A
10.	1 M	3 M	2 A	1 M	1 F	1 M
11.	1 M		2 A	1 M	1 A d	3 M
12.	2 M	1 M	1 M	2 M		
13.	2 M	1 M		3 M		
14.	1 M			1 M		
15.	2 M				1 A	
16.	1 M			1 M	1 A	
17.						1 F
18.	1 M					
19.	1 M					
20.	1 M					
TOTAUX....	17 A 16 M	11 A 1 I 1 F 16 M	18 A 4 L 1 I 1 M	10 A 18 M	18 A 7 F	21 A 1 F 6 M

Nombre de jours	7	8	9	10	11	12
1.	3 A	2 F	2 F	3 M	2 A	2 A
2.	3 F	3 F	5 F	3 M	2 F	3 A
3.	1 F 5 M	2 F	5 F	3 M	2 F	3 A
4.	2 M	3 F	3 F	2 M	2 F	2 A
5.	2 M	1 F	2 M	4 M	2 F	2 A
6.	2 M	2 F	5 M	3 M	2 F	1 A
7.	2 M		5 M	3 M	2 F	1 F
8.	2 M		5 M	3 M	2 F	2 M
9.	1 M			2 M	1 F	3 M
10.	1 M			2 M	2 F	3 M
11.		1 A		2 M	2 M	3 M
12.				1 M	2 M	3 M
13.					2 M	2 M
14.					2 M	1 M
15.					2 M	1 M
16.					2 M	1 M
17.		1 M			2 M	1 M
18.					1 M	
19.					1 M	
20.						
TOTAUX....	3 A 4 F 12 M	1 A 13 F 1 M	15 F 17 M	31 M	2 A 17 F 16 M	13 A 1 F 20 M

Le cas n° 5 est le plus courant en octobre et en mars, mois au cours desquels les femelles sont relativement nombreuses.

Enfin, les cas n°s 7, 9, 10 et 11 s'observent au moment où les aptères produisent principalement des sexués. Les n°s 10 et 11 ont été couramment observés à l'automne 1948 qui a été caractérisé par une production intense de sexués.

Les autres cas sont exceptionnels : ils se caractérisent par les points suivants :

N° 2, par la production d'un intermédiaire et d'une femelle en plus des sexupares aptères et des mâles ;

N° 6, par la naissance d'une femelle sexuée à la fin de la période de reproduction et plusieurs jours après celle des mâles ;

N° 8, par la production exclusive de femelles, suivie d'un sexupare aptère puis d'un mâle.

Contrairement à ce qu'a signalé BALBIANI (1898) pour le Puceron de la Centaurée-jacée, les femelles de *B. brassicæ* naissent donc presque toujours avant les mâles.

Nous avons vu précédemment que les sexués apparaissent généralement parmi les larves dernières nées des sexupares. Il semblerait naturel que cette tendance à la production des formes sexuées s'accuse au fur et à mesure que la saison s'avance ; les virginipares aptères ou ailés produits à l'automne et sœurs des formes sexuées devraient avoir une descendance comprenant une proportion importante de mâles ou de femelles ovipares, les conditions d'élevage n'étant pas modifiées (à l'exception de l'éclairage dont la durée diminue progressivement).

Un virginipare aptère récolté le 9 septembre 1946, et élevé au laboratoire, a donné successivement 44 virginipares aptères, 1 virginipare ailé, 5 mâles, 1 intermédiaire et 4 virginipares aptères ; l'intermédiaire et les 2 virginipares aptères nés en dernier ont été élevés isolément sur des feuilles coupées du 16 novembre au 16 décembre à une température moyenne de 18° près de la fenêtre du laboratoire et sans aucun appoint de lumière artificielle, c'est-à-dire dans des conditions qui paraissaient optima pour le développement des formes sexuées ; l'intermédiaire n'a donné que des aptères, et les 2 aptères ont engendré respectivement 23 aptères et 2 mâles, 25 aptères, 1 ailé et 2 mâles. Dans chaque lignée, un aptère a été pris parmi les Pucerons nés en dernier et a servi de géniteur pour la génération suivante.

TABLEAU XCIII

Composition de la descendance de deux virginipares aptères.

Numéro de la génération	Dates du début et de la fin de la génération	Lignée nos 1	Lignée nos 2
1re génération	12 oct. - 18 nov.	23 A 2 M	25 A 1 L 2 M
2e génération	16 nov. - 31 déc.	31 A 4 M	15 A 4 M
3e génération	18 déc. - 20 jan.	20 A	56 A

La tendance à la production des formes sexuées ne s'est donc pas amplifiée au cours de l'hiver, mais a régressé fortement puisque, pour

les deux Pucerons en expérience, il n'a été obtenu que des aptères à la 3e génération.

Nous avons signalé que les sexupares aptères de *B. brassicæ* n'engendrent pas uniquement des individus sexués mais le plus souvent d'abord des sexupares aptères et parfois des virginipares aptères, puis des sexués. Il semblerait normal que ces sexupares produisent un très gros pourcentage de sexués ou même uniquement des sexués et que, dans la descendance d'un sexupare aptère, la tendance à la production des sexués soit d'autant plus marquée que les Pucerons auraient été produits plus tardivement, c'est-à-dire sensiblement en même temps que les sexués.

Il a été élevé individuellement des aptères nés au début et au milieu de la période de reproduction ainsi qu'au moment de la production des sexués. Les larves étaient séparées chaque jour de leur mère et élevées à part ; un numéro était donné à chacune d'entre elles dans l'ordre de leur naissance.

Nous avons d'abord cherché à préciser si des aptères produits le même jour ou immédiatement avant la production des mâles donnaient un pourcentage élevé de mâles et sensiblement le même pour les différents Pucerons de l'expérience. Le point de départ a été constitué par un sexupare aptère dont la mère avait produit dans le courant du mois d'octobre 37 aptères et 1 mâle.

Ce sexupare a donné naissance à 25 aptères et 8 mâles dans l'ordre indiqué par le tableau ci-dessous ; parmi ces 25 aptères, 5 nés les 19 et 20 octobre (nos 11, 12, 13, 14, 15) et 1 aptère né le 24 octobre (no 25) ont été élevés séparément et la composition de leur descendance est également mentionnée ci-dessous ; les larves qui sont mortes avant d'atteindre la mue imaginale sont indiquées par la lettre *l*.

Tableau XCIV

Influence de la date de la naissance sur la production des sexués.

1re génération				2e génération		
Géniteur	No	Date de naissance	Nature	Géniteur	No	Nature
1 A	1-10	18/10	1 l-8 A	1 A	11	5 l- 10 M
	11-16	19-20/10	6 A	1 A	12	12 l- 17 M
	17-19	21/10	3 M	1 A	13	7 l-17 A-16 M
	20-21	22/10	2 M	1 A	14	19 l- 1 A- 6 M
	22	23/10	1 M	1 A	15	7 l-18 A-17 M
	23-25	24/10	1 A-2 M	1 A	25	6 l-13 A-27 M
	26-27	25/10	2 A			
	28-30	27/10	3 A			
	31-33	29/10	4 A			
	34	1/11	1 A			
			1 l-25 A-8 M			56 l-49 A-93 M

2e génération				3e génération		
Géniteur	N°	Date de naissance	Nature	Géniteur	N°	Nature
1 A (N° 13)	1-10	3-5/11	2 l- 7 A	1 A	5	12 A- 2 M-1 F
	11-17	7	7 A	1 A	14	1 l-11 A-18 M-1 F
	18-24	8-10	2 l- 3 A- 2M	1 A	20	6 A- 3 M
	25-28	11-13	1 l- 3M			
	29-33	14-16	5M			
	34-36	17-18	3M			
	37	19	2 l			
	38-39	20	2M			
	40	21	1M			
			7 l-17 A-16M			1 l-29 A-23 M-2 F

3e génération				4e génération		
Géniteur	N°	Date de nais.	Nature	Géniteur	N°	Nature
1 A (N° 14)	1-3	18/11	3 A	1 A	5	20 l- 2 A- 9 F
	4-7	19	2 l- 2 A	1 A	14	4 l-15 A-8 M
	8-13	20	1 l- 5 A	1 A	15	20 l- 5 A- 4 F
	14	21	1 A			
	15-19	22-23	1 I- 4 M			
	20-25	24-25	2 l- 3 M-1 F			
	26-32	26	6 M			
	33-35	27-28	3 M			
	36-40	29-30	3 l- 2 M			
	41	1-2/12	1 l			
			9 l-1 I-11 A-18 M-1 F			44 l-22 A-8 M-13 F

La proportion de sexués a été très élevée dans la seconde génération ; mais les aptères nés en dernier n'ont pas eu une descendance plus fournie en sexués que ceux produits peu de jours après la mue imaginale. Ces élevages ont été continués jusqu'au printemps et il a été observé qu'il y avait régulièrement production d'aptères puis de sexués, seuls ou en mélange avec des individus agames.

La fécondité des sexupares aptères est très comparable à celle des virginipares aptères ; nous avons noté des pontes de 15 à 69 jeunes (moyenne 42,3) contre 47,2 chez les virginipares aptères élevés sensiblement à la même époque. La longévité a varié de 9 à 42 jours soit une moyenne de 32 jours contre 39 jours chez les virginipares aptères.

b) *Production de virginipares et de sexupares ailés à l'automne.* — Il a été très rarement obtenu des ailés dans les élevages individuels faits en automne et réalisés de manière à éviter l'effet de groupe : dans les élevages mentionnés au tableau n° LXXXV, il n'a pas été observé un seul ailé mais seulement 2 intermédiaires pour 676 aptères ; l'un est apparu à la 4e génération, le 21 octobre, et l'autre à la 6e, le 4 décembre. Dans les deux cas, ces intermédiaires ont clôturé la production des virginipares et ont été produits la veille ou le même jour que les premiers individus sexués ; ils ont constitué en fait la forme de transition entre la reproduction parthénogénétique et la reproduction sexuée.

Un petit nombre d'ailés ont été trouvés dans d'autres élevages individuels ; ils sont nés au milieu ou à la fin de la période de reproduction après des aptères et parfois après des mâles.

TABLEAU XCV

Production de formes ailées par des Pucerons aptères en fin de génération.

Dates de naissance	Composition de la descendance	Dates de naissance	Composition de la descendance	Dates de naissance	Composition de la descendance
16 septembre ...	3 A	16/10	3 A	16 - 18/10	9 A
17 — ...	2 1 2 A	17 - 18	1 1 7 A	19 - 20	2 1 3 A 3 M
18 — ...	4 A	19 - 20	12 A	21	8 1 2 A 1 L
19 — ...	2 A	21 - 22	6 1 1 A		
20 — ...	2 1 2 A	23 - 24	5 A 3 L		
21 — ...	3 1 1 A	25	2 1 1 A 1 L		
22 — ...	3 A	26 - 28	6 A		
23 — ...	1 1 1 A	29 - 30	4 A		
24 — ...	2 L	31 - 3	9 A		
25 — ...	3 A	3 - 5	4 1		
26 — ...	1 A 1 L				
27 — ...	2 A				
28 — ...	1 A				

Un des ailés nés le 24 septembre a produit 20 aptères et 3 femelles sexuées ; il s'agissait donc d'un sexupare ailé.

En fait, il y a pour les formes ailées qui apparaissent en automne et pendant l'hiver, l'hétérogénéité que nous avons observée pour les aptères ; les individus ailés d'une même lignée ou issus de la même mère sont des virginipares (puisqu'ils ne produisent que des aptères ou des aptères et un très petit nombre d'ailés qui sont eux-mêmes des virginipares), ou des sexupares ailés. C'est ainsi que 4 Pucerons ailés, frères de sexupares aptères et de mâles, ont donné naissance respectivement à 23 aptères, 22 aptères et 2 femelles, 28 aptères, 1 ailé et 4 femelles, 17 aptères et 2 femelles.

Les *Brevicoryne* forment généralement à la face inférieure des feuilles des Crucifères de petites colonies denses qui donnent naissance à une importante proportion de sexupares ailés ; nous verrons page 314, qu'il est facile d'obtenir expérimentalement des sexupares ailés en faisant intervenir l'effet de groupe.

c) *Descendance des sexupares ailés.* — Il est généralement admis que les sexupares ailés produisent uniquement des femelles sexuées. Nous avons constaté rarement ce fait ; il est beaucoup plus fréquent que les sexupares ailés produisent d'abord des aptères puis quelques femelles sexuées suivies parfois d'un petit nombre d'aptères. Il n'a jamais été constaté la production de mâles par des sexupares ailés. La fécondité et la longévité des sexupares sont sensiblement les mêmes que celles des virginipares ailés.

d) *Descendance des intermédiaires.* — Dans les élevages individuels de sexupares aptères réalisés au cours de l'hiver 1947-1948, à la tempé-

rature du laboratoire et à la lumière naturelle, nous avons obtenu des Pucerons aptères, des mâles, des femelles, deux intermédiaires, mais aucun ailé.

Un sexupare aptère élevé dans une pièce du sous-sol à la fin du mois de juin 1948 (température moyenne 16°) a produit 18 aptères, 4 ailés, 1 intermédiaire et 1 mâle ; les ailés et l'intermédiaire ont été précédés et suivis d'aptères ; le mâle est né en dernier.

La composition des deux générations où sont apparus les intermédiaires à l'automne 1947 est indiqué dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU XCVI

Production d'intermédiaires, de mâles et de femelles sexuées par les sexupares aptères. (Automne 1947.)

N°	4e génération		N°	6e génération	
	Dates de naissance	Composition		Dates de naissance	Composition
1 - 6	9 oct.	2 l 4 A	1 - 3	18 nov.	3 A
7 - 10	10	2 l 2 A	4 - 7	19	2 l 2 A
11 - 13	11 - 12	1 l 2 A	8 - 13	20	1 l 5 A
14 - 17	13	1 l 1 A 1 I	14	21	1 A
18 - 24	14 - 15	3 l 5 M 1 F	15 - 25	22 - 24	2 l 1 I 7 M 1 F-
25 - 28	16	4 M	26 - 27	25	2 M
29 - 32	17	1 l 3 M	28 - 32	26	1 l 4 M
			33 - 35	27	3 l 3 M
			36 - 40	28 - 29	3 l 2 M
		10 l 9 A 1 I 12 M 1 F			9 l 11 A 1 I 18 M 1 F

Le déroulement normal de la production des sexués en dehors de l'apparition des sexupares ailés semble donc être le suivant : les premières manifestations de la reproduction gamique consistent en l'apparition d'un nombre plus ou moins élevé de mâles à la fin de la période de reproduction. Les femelles apparaissent généralement dès la génération suivante. La proportion des femelles par rapport aux autres formes augmente graduellement dans les générations ultérieures tout en restant généralement inférieure à celle des mâles. Elles apparaissent vers le milieu de la période de reproduction, après les virginipares aptères et avant les mâles. Alors que les femelles sexuées naissent assez fréquemment en mélange avec les aptères, les mâles sont rarement produits conjointement avec des virginipares ou des femelles ; les Pucerons qui ont engendré des mâles donnent exceptionnellement naissance à d'autres formes. Les mâles constituent donc la production caractéristique des sexupares aptères âgés ; il arrive cependant que des sexupares aptères pondent exclusivement des mâles.

Le passage de la reproduction parthénogénétique à la reproduction sexuée ne semble pas produire de perturbations importantes chez les mères ; il a cependant été observé assez fréquemment une forte mor-

talité des larves nées au moment du changement du mode de reproduction (voir tableau CXVII). Cette période s'est manifestée entre le 10 et le 13 janvier pour la 1re génération et entre le 30 janvier et le 1er février pour la 2e génération, ce qui semblerait montrer qu'il est né à ce moment des individus qui étaient incapables d'atteindre le stade adulte ; par contre, toutes les larves se sont développées normalement dans quelques cas.

Il était intéressant d'élever les intermédiaires afin de déterminer par la composition de leur descendance, si ces Pucerons étaient des virginipares ou des sexupares et, dans ce dernier cas, s'ils se comportaient plus comme des sexupares ailés que comme des sexupares aptères. Il a été élevé individuellement l'intermédiaire observé dans la 6e génération ainsi que l'aptère né immédiatement avant lui et un autre aptère produit deux jours auparavant.

L'aptère né en premier a donné 2 aptères et 9 femelles, le second, 15 aptères et 8 mâles. L'intermédiaire a engendré 5 aptères et 4 femelles ; un de ces 5 aptères a produit 16 aptères et l'autre 30 aptères ; un de ces derniers a engendré 10 aptères et 4 mâles.

Les sexupares aptères pouvant donner à la fois des mâles et des femelles, il n'est pas possible de fournir une conclusion précise, quant à la nature de l'intermédiaire ; on peut dire seulement que l'on avait affaire à un sexupare ; s'il eût donné des mâles nous pouvions dire avec certitude qu'il correspondait à un sexupare aptère.

La lignée élevée à la température du laboratoire et à la lumière naturelle depuis le 4 septembre jusqu'à la fin du mois de mars 1948 (tableau LXXXV) a donc produit finalement des sexués mâles ou femelles sans qu'il y ait eu production de formes ailées. Nous avons montré par ailleurs que la descendance d'une fondatrice ne comprend le plus souvent que des virginipares aptères.

Le cycle complet de *B. brassicæ* depuis l'éclosion de l'œuf d'hiver jusqu'à la production des mâles et des femelles à l'automne suivant peut donc être réalisé sans qu'il y ait production d'une seule forme ailée ; en d'autres termes, *les virginipares ailés considérés unanimement comme la forme primitive des individus parthénogénétiques, ne sont nullement nécessaires pour assurer la perpétuation de l'espèce* (Bonnemaison, 1949 *a*).

Si l'on se réfère aux observations faites par divers aphidologues sur le cycle de différentes espèces de Pucerons, la production de femelles sexuées par des sexupares aptères semble être un fait relativement rare et l'on peut se demander si cette tendance n'est pas plus marquée parmi les descendants de Pucerons ayant produit des femelles sexuées que parmi ceux ayant donné des mâles.

L'expérience indiquée ci-dessous, semble montrer que cette tendance existe. Il est également à noter que le pourcentage des sexuales augmente d'une manière assez régulière avec les générations.

Tableau XCVII

Elevage parallèle de deux lignées issues, l'une, d'un sexupare aptère ayant produit des mâles et l'autre, d'un sexupare aptère ayant engendré des femelles sexuées.

1re génération	Composition	11 A 1 I 18 M 1 F	
	% $\frac{M}{M+F}$	94,7	
2e génération	Composition	15 A 8 M	2 A 9 F
	% $\frac{M}{M+F}$	100	0
3e génération	Composition	64 A 37 M	8 A 7 F
	% $\frac{M}{M+F}$	100	0
4e génération	Composition	116 A 19 M	23 A 7 M 8 F
	% $\frac{M}{M+F}$	100	46,6
5e génération	Composition	69 A 51 M 10 F	8 A 23 M 29 F
	% $\frac{M}{M+F}$	83,6	44,2

e) *Durée du développement et longévité des mâles et des femelles.* — *Mâles :* des élevages comparatifs de mâles, de virginipares aptères ou ailés ont montré, qu'à une température moyenne de 19°, la durée du développement larvaire est de 14,5 jours pour les mâles, de 13 jours pour les aptères et de 14,3 jours pour les ailés ; à 23°, elles est de 7,7 jours pour les mâles, de 7,4 pour les aptères et de 7,6 pour les ailés ; il existe de grandes variations individuelles chez les trois formes.

La longévité des mâles paraît être sensiblement plus réduite que celle des femelles ; en élevages isolés sur des tiges de Colza, réalisés à une température oscillant entre 12 et 19° (moyenne 15°), les mâles ont vécu respectivement 12, 12, 14, 15, 15, 16 et 19 jours.

L'accouplement commence généralement quelques heures après la dernière mue de la femelle ; à l'aide de ses pattes postérieures, le mâle soulève l'abdomen de la femelle de manière que celui-ci soit un peu surélevé par rapport au thorax ; le coït dure de 5 à 11 minutes. Un mâle peut féconder de 2 à 6 femelles en quelques jours. La ponte débute le plus souvent 24 à 36 h après l'accouplement.

Femelles : à la température de 19°, le développement larvaire des femelles demande 14,5 jours en moyenne contre 13 pour les aptères ; à 23°, il est de 8,1 pour les femelles et de 7,4 pour les aptères.

D'après Herrick et Hungate, la fécondité des femelles sexuées varie de 1 à 5 œufs et leur longévité de 6 à 47 jours.

Des femelles sexuées ont été élevées isolément en octobre 1945 dans des tubes et sur des tiges florales de Colza ; il y avait un mâle pour chaque femelle. Douze autres femelles ont été élevées de la même manière, mais en l'absence de mâle ; il n'a été constaté aucune différence quant à la fécondité, la rapidité de la ponte et la longévité des femelles fécondées et non fécondées. Il est à noter que certains Pucerons ne peuvent pondre qu'après la fécondation (*Toxoptera graminum* d'après WEBSTER). HERRICK et HUNGATE ont observé la première ponte du lendemain jusqu'à 27 jours après la dernière mue ; ces auteurs ne précisent pas la température moyenne à laquelle les élevages ont été réalisés. Nous avons constaté que la ponte peut commencer 6 h après la mue imaginale mais en général elle ne débute que 24 h plus tard. Deux œufs peuvent être émis en 48 h mais 2 pontes consécutives peuvent ne se produire qu'au bout de 7 à 10 jours.

Dans nos élevages, quelques femelles ont donné 6 œufs soit un de plus que le nombre signalé par HERRICK et HUNGATE ; la longévité des femelles sexuées a varié de 9 à 42 jours à une température moyenne de 15°.

En plein air, la ponte a lieu à la face inférieure des feuilles, plus rarement à la face supérieure ; les œufs sont déposés irrégulièrement ; des pontes très nombreuses se trouvent fréquemment de part et d'autre de la base de la nervure principale des feuilles. Les œufs peuvent aussi être disséminés à la surface ou dans les nombreuses fissures des tiges de Chou.

Des œufs ont été trouvés sur le Chou ordinaire, le Chou de Bruxelles, le Chou-navet, le Navet, la Rave, mais ils sont plus fréquents sur les Choux. Dans les élevages réalisés sur des tiges florales de Colza, nous n'avons jamais trouvé d'œufs sur les tiges ; la femelle les plaçait, dans la plupart des cas, sur l'étiquette, parfois sur la mousseline qui fermait le tube ou sur le bouchon, rarement sur le verre. Il semble qu'elle recherche des surfaces rugueuses pour déposer son œuf.

Les œufs sont plus nombreux sur la tige principale des Choux de Bruxelles et ses ramifications que sur les feuilles.

En automne, les Crucifères sauvages hébergent très rarement *B. brassicæ* et nous n'avons jamais trouvé d'œufs sur ces plantes. PETHERBRIDGE et MELCOR (1936) ont fait la même constatation en Angleterre.

2° **Myzus persicæ.** — Tous les auteurs qui ont étudié la biologie de *M. persicæ* déclarent que les sexupares aptères donnent exclusivement naissance à des mâles et que les sexupares ailés engendrent uniquement des femelles.

a) *Descendance des sexupares aptères.* — Les sexupares aptères peuvent être élevés très facilement sur des feuilles de Chou ; ils donnent exclusivement des mâles ou un grand nombre de mâles précédés ou suivis d'un ou de plusieurs ailés.

Il a été signalé précédemment que des *fundatrigeniæ apteræ* récoltés sur le Pêcher le 25 avril ont été élevés au laboratoire sur des feuilles de Chou pendant tout l'été et l'automne. Il n'a pas été obtenu un seul ailé jusqu'au 3 octobre, date à laquelle furent notées des nymphes de couleur rose. De jeunes aptères adultes furent prélevés dans ces colonies le 3 octobre et élevés individuellement sur des feuilles de Chou.

La composition détaillée de leur descendance est donnée dans le tableau ci-dessous ; dans la première colonne intitulée « jours » sont indiquées les dates de naissance des Pucerons, le premier jour étant celui de la production du premier jeune.

TABLEAU XCVIII

Elevage de 6 aptères sur feuille de Chou à dater du 3 octobre 1947.

Nombre de jours	Elevages nos					
	1	2	3	4	5	6
1	2 M	1 M	1 M	1 M	2 M	1 SA
3	2 M	4 M	2 M	1 M	2 M	2 M
5	3 M	1 M	2 M	2 M	2 M	2 M
7	3 M	2 M	2 M	3 M	2 M	3 M
9	3 M	2 M	3 M	3 M	3 M	2 M
11	2 M	2 M	3 M	3 M	2 M	1 M
13	2 M	3 M	2 M	2 M	3 M	
15	2 M	2 M		2 M	2 M	1 SL
17	2 M	3 M		1 M	2 M	
19	2 L	2 M		1 SL	2 M	
21	1 SL 1 M	2 M	2 M			
23	2 S	2 M	1 SL		1 SL	

Quelques ailés obtenus dans cette expérience et placés sur des feuilles de Chou sont tous morts sans avoir donné de larves ; d'autres, déposés sur des feuilles de Pêcher ont produit exclusivement des femelles sexuées : il s'agissait donc de sexupares.

Le 13 octobre, 5 aptères ont été récoltés sur des Choux et élevés sur un rameau de Pêcher ; ils produisirent 2 mâles et 3 ailés ; ces 3 ailés furent élevés sur un rameau de Pêcher et donnèrent naissance à 54 aptères et 2 ailés. Un autre ailé, obtenu dans des conditions identiques fut élevé isolément et produisit 19 aptères et 1 intermédiaire.

Des aptères furent récoltés parmi les élevages sur feuille de Chou faits au laboratoire et élevés en surpopulation ; il fut obtenu entre le 9 et le 17 octobre, 58 ailés qui, élevés sur le Pêcher, engendrèrent 82 femelles sexuées. Un autre élevage sur Chou, comprenant 16 aptères, produisit 198 ailés et 215 mâles.

Les élevages effectués à l'automne 1948 ont donné des résultats un peu différents.

TABLEAU XCIX

Descendance des aptères des lignées 1947 et 1948 (4e génération) élevés sur Chou à dater du 20 septembre 1948.

Jours	Lignée 1947		Lignée 1948	
1	3 SL	2 SL	3 SA	3 SA
3	2 SL 1 M	2 SL 2 M	1 A 2 SL	2 SL
5	3 M	3 M	3 SL	2 SL
7	3 M	3 M	3 M	3 M
9	3 M	3 M	5 M	3 M
11	3 M	3 M	5 M	2 M
13	3 M	3 M	3 M	2 M
15	3 M	3 M	3 M	3 M
17	3 M	3 M	3 M	2 M
19	2 M	2 M		1 M
21	2 M	2 M		

Il n'a donc pas été obtenu en 1948 de sexupares après des mâles mais seulement avant l'apparition de ceux-ci. Dans la lignée 1947, les 9 aptères de la 4e génération ont tous donné quelques sexupares en premier et ensuite uniquement des mâles ; les 5 aptères de la lignée 1948 ont tous donné d'abord des aptères puis des sexupares et enfin des mâles, mais en aucun cas, il n'est apparu des sexupares après des mâles. Il est à noter que dans ces deux lignées, la production des sexués était presque totale alors que dans le lot élevé à l'automne 1947 cette tendance ne s'est manifestée, avec la même intensité, que deux ou trois générations plus tard.

Nous avons observé la production d'ailés avant et après des mâles dans des élevages faits en mars et avril parmi les arrière-descendants d'un aptère élevé à la lumière permanente et dont les descendants avaient ensuite été placés à la lumière naturelle.

Des ailés (sexupares ou virginipares) et des aptères sont apparus avant et après des mâles, ou en mélange avec ceux-ci, dans des élevages faits pendant tout l'hiver à la lumière naturelle et à la température du laboratoire.

TABLEAU C

Composition de la descendance de sexupares aptères élevés en février et mars au laboratoire.

Nombre de jours	Pucerons nos					
	1	2	3	4	5	6
1	2 L	2 M	3 A	4 A	5 A	2 SL
3	1 L 2 M	2 M	5 A	3 A	2 L	2 SL
5	3 M	4 M	4 A	5 A	2 M	3 M
7	2 M	2 L 3 M	4 A	4 A	2 M	3 M
9	2 M	2 L	3 A	4 A	3 M	1 SL 2 M
11	2 M	3 M	3 A	1 L	3 M	1 M
13	1 M	4 M	1 M	1 M	2 M	1 M
15	1 M	3 L 1 M	1 M	2 M	2 M	1 M
17	1 M	2 A	1 A	2 M	3 M	
19	1 L	1 A		2 M	2 M	
21		1 A		3 M	2 M	
23		1 L		2 M		
25	1 L	1 L				

La production normale des sexupares aptères est donc celle des mâles, mais il peut être engendré en outre des sexupares aptères ou ailés, des virginipares ailés et des aptères avant et après les mâles, ou en mélange avec ceux-ci ; cela se produit dans les générations où la tendance à la reproduction sexuée n'est pas extrêmement poussée.

b) *Production des sexupares ailés.* — Les sexupares ailés ont été trouvés sur le Pêcher en plein air dès le 12 septembre 1946, le 16 septembre 1947 et le 18 septembre 1948. Dans les élevages individuels d'aptères faits au laboratoire à partir de la fin août, les premiers sexupares adultes ont été notés seulement le 4 octobre 1948 (naissance le 22 septembre, 3e génération) ; ces sexupares étaient les derniers-nés d'un aptère qui avait donné auparavant 36 aptères.

Au dernier stade larvaire, ces sexupares se différencient facilement, par leur couleur rose, des larves des virginipares ailés et des mâles qui ont une teinte verte. Ce caractère n'est pas cependant absolument constant, principalement dans le courant de l'hiver où des sexupares ailés peuvent être verdâtres pendant le stade nymphal.

A la génération suivante (4e génération), les aptères de la lignée 1947 (descendants d'une fondatrice éclose au printemps de l'année 1947) ont produit uniquement des sexupares et des mâles qui sont nés à partir du 23 septembre et sont devenus adultes entre le 4 et le 26 octobre. Il est à noter que ces sexupares ailés sont nés très exactement à la même date, c'est-à-dire le 22 ou le 23 septembre, que ce soit à la 3e ou à la 4e génération. A la 3e génération, l'aptère qui a produit en dernier des sexupares est le seul qui ait vécu jusqu'au 24 septembre, les 8 autres Pucerons aptères qui étaient en élevage étant tous morts à la date du 18 septembre. Ce fait semblerait montrer que les conditions de milieu existant dans le laboratoire (température moyenne 19° 5, 12 h d'éclairage) à la date du 22 septembre entraîneraient l'apparition des sexupares ailés. Mais les premiers sexupares étant trouvés en plein air dès le 13 septembre 1948, un éclairage d'une durée de 12 h 30 paraît suffire à amener l'apparition des sexupares ailés.

Les sexupares aptères de la 4e génération ont engendré d'abord quelques sexupares ailés puis des mâles : la proportion des premiers par rapport aux seconds a été faible, oscillant entre 1/17 et 1/5. Un aptère qui était de 5 jours moins âgé que les autres et qui est mort après n'avoir donné que 7 larves (nées du 25 au 27 octobre) a engendré uniquement des mâles.

La 4e génération de la lignée 1948 (descendants d'une fondatrice éclose au printemps de l'année 1948) comprenait, dans l'ordre de naissance, des aptères, des sexupares ailés et des mâles ; tous les aptères étaient nés avant le 24 septembre, tous les sexupares ailés avant le 30 septembre ; les premiers mâles sont nés le 23 septembre dans la lignée 1947, le 24 septembre dans la lignée 1948.

Ainsi que le montre le tableau XCI, le nouvel élevage fait au

début de janvier à partir d'un aptère provenant de la lignée soumise à une lumière permanente a donné à la 1re génération, 10 virginipares ailés et 260 aptères, à la 2e génération, 23 sexupares ailés, 172 aptères, 16 virginipares ailés et 91 mâles, à la 3e, 7 sexupares ailés, 95 aptères et 83 mâles, à la 4e, 117 sexupares ailés, 11 aptères, 134 mâles et enfin à la 5e, 8 sexupares ailés et 34 mâles. Cela peut être dû à une augmentation progressive de la durée de l'éclairage, celle-ci étant, au moment de la naissance des Pucerons de la 5e génération, c'est-à-dire vers la mi-mars, de 11 h 45, chiffre voisin de la durée optimum de l'éclairage pour la production des sexupares ailés. La même progression s'observe cependant pour la lignée élevée à partir du mois d'octobre où le nombre maximum des sexupares par rapport à celui des sexupares et aptères (86,6 p. cent) est noté à la 5e génération (mue imaginale entre le 20 décembre et le 3 janvier) bien que la durée de l'éclairage ne soit plus à ce moment que de 8 h 15.

Il semble que lorsque la reproduction sexuée est déclenchée, et tant que des facteurs inhibiteurs n'interviennent pas (lumière, température), il se produise au cours des générations successives une augmentation progressive du pourcentage des sexués.

c) *Descendance des sexupares ailés.* — Les sexupares ailés obtenus dans les élevages mentionnés au tableau CXII (4e génération lignée 1948) ont été élevés individuellement sur le Pêcher ; ils ont donné chacun de 4 à 8 femelles sexuées.

Cependant, les sexupares peuvent engendrer d'autres formes de Pucerons dans certaines conditions.

Un aptère provenant d'un lot soumis à la lumière permanente et élevé dans ces conditions jusqu'à la mue imaginale a été ensuite élevé, ainsi que sa descendance, à la lumière naturelle et à une température moyenne de 18-20°, Il a produit 21 aptères ; l'un d'entre eux a engendré entre le 18 janvier et le 17 février, 3 aptères, 16 ailés et 6 mâles ; les 3 aptères ont donné naissance, du 5 au 19 février, à 10 sexupares ailés et à 32 mâles. Un de ces sexupares ailés a été élevé sur des feuilles de Chou ; il n'a pas engendré exclusivement des femelles mais a produit le 6 mars, 2 mâles, le 15, 2 mâles, le 28, un ailé virginipare ou sexupare et enfin le 1er avril, 1 femelle.

Des aptères provenant de la lignée 1948 élevée pendant deux générations à la température constante de 20° et de 22° ont engendré des aptères puis des ailés qui étaient verts à l'état nymphal (coloration caractéristique des virginipares, les nymphes des sexupares étant normalement beiges ou roses) et enfin des mâles. Ces ailés, élevés individuellement à la température moyenne du laboratoire et à la lumière naturelle sur des feuilles de Chou ont produit un petit nombre de descendants qui étaient exclusivement des mâles, sauf un qui n'a donné que des femelles sexuées.

Des ailés qui étaient roses ou verts à l'état nymphal, obtenus dans les élevages faits au laboratoire et à la lumière naturelle, ont été élevés

sur le Chou par petits groupes comprenant de 2 à 15 individus ; la composition de leur descendance est indiquée dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU CI

Composition de la descendance de sexupares ailés élevés en groupe sur des feuilles de Chou.

Nombre de jours après la mue imaginale	Nombre de sexupares élevés et dates de maturité					
	2 S (1) 25/11	2 S (1) 25/11	15 S (1) 2/12	10 S (1) 2/12	15 S (1) 2/12	4 S (2) 2/12
1 - 3.....	6 A	2 A	5A 2SL	3 A 10 SL	4 A	8 A
4 - 6.....	5 A	3 A	3A 9SL	4 SL	4A	6 A 4 SL
7 - 9.....	4 A	2 SL	1A 2SL	9 SL	6 A	6 A
10 - 12.....	1 SL	2 SL	2A 5SL 1 M	9 SL	4SL	6 A 6 SL
13 - 15.....	1 SL 3 M		1SL 3 M	7 SL	3SL	24 A 8 SL
16 - 22.....	2 SL			9 SL	8SL	2A 5SL 4Lv
23 - 29.....				7 SL	1A 6SL 3Lb	5SL
30 - 36.....			2SL	3	M 3SL 4Lb	8 F
37 - 43.....			4SL	3	M 9SL	2A 1Lv 1Lb

(1) Roses au 4e stade larvaire.
(2) Verts au 4e stade larvaire.

Les lettres Lb et Lv indiquent des nymphes qui étaient respectivement de couleur beige et verte et qui ne sont pas parvenues à maturité.

La descendance d'un sexupare ailé apparu à la 4e génération de la lignée 1948 (tableau CIX) a été élevée à la lumière naturelle et à la température du laboratoire, depuis le mois de novembre jusqu'au mois de juillet.

TABLEAU CII

Composition de la descendance de sexupares aptères et ailés élevés sur Chou.

Génération	Date des premières et dernières mues imaginales	Nature des géniteurs	Composition de la descendance
5e	18/11 - 28/12	SL	12 A 3 Lb 2 *SL*
6e	6/ 1 - 26/ 1	SL	8 A 6 Lb 3 *SL*
7e	31/ 1 - 5/ 3	SL	9 A 2 Lb 4 *SL* 13 F
8e	12/ 3 - 8/ 4	SL	24 *A* 13 Lv 3 SL 2 F
		SL	4 A 1 F
9e	26/ 3 - 21/ 4	A	21 M
		A	1 A 2 *SL* 11 M
		A	3 SL 11 M
		A	2 Lb 2 *SL* 12 M
10e	3/ 5 - 27/ 5	SL	28 A
		SL	10 A
		SL	15 A 1 Lb 7 *SL*
		SL	22 A
11e	6/ 6 - 22/ 6	SL	21 A 1 Lv 4 Lb 1 I 2 *SL* 3 M
		SL	12 A 1 Lb 1 I 4 F
		SL	16 A 2 *SL*
		SL	36 A 1 *SL* 5 M
		SL	8 F
		SL	2 A 2 SL 3 F
12e	20/ 6 - 13/ 7	SL	24 A 1 M
		SL	18 A 2 M
		SL	28 A
		SL	28 A 1 M
		SL	17 A

Les lettres *SL* ou *A* indiquent les Pucerons utilisés pour la génération suivante.

L'ordre de naissance des descendants de sexupares ailés de la 11e génération élevés individuellement est indiqué dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU CIII

Composition de la descendance de sexupares ailés élevés individuellement sur le Chou.

Nombre de jours après mue imaginale	1	2	3	4	5	6
8	6 A					
11	4 A 2 SL		3 A	6 A		3 F
14	1 I 4 Lb 3 M	4 F	4 A	7 A	4 F	
19			2 SL	2 A 1 SL 2 M	4 F	1 SL
24	7 A	4 A	4 A	4 A 3 M		1 SL
27	3 A 1 Lv	1 A 1 I	3 A	11 A		1 A
30	1 A	1 A 1 Lb	2 A	6 A		1 A
33		3 A 1 M				
35		3 A				

Il est à remarquer que ces sexupares, devenus adultes le 17 mai, n'ont commencé à donner des larves que 8 à 11 jours après la mue imaginale alors que dans les expériences mentionnées au tableau CI et réalisées en novembre ou décembre, les larves ont été émises dès le lendemain de la mue imaginale. Les mâles apparaissent de façon très variable ; dans les trois cas où des femelles ont été produites, leur naissance a eu lieu dès le début de la période de reproduction ; par contre, dans un des élevages groupés mentionnés au tableau CI, des femelles sont apparues le 30e jour après le début de la période de reproduction. Il a été observé, dans des élevages réalisés au printemps, la production par un sexupare ailé de mâles puis de sexupares ailés et de femelles.

Les sexupares ailés engendrent donc exclusivement des femelles sexuées lorsqu'ils s'alimentent, après la mue imaginale, des feuilles de Pêcher ; lorsqu'ils ne peuvent se nourrir que de plantes-hôtes secondaires telles que le Chou, ils peuvent engendrer des virginipares ou des sexupares ailés quelques jours après la production de femelles sexuées.

d) *Descendance des intermédiaires.* — Il a été élevé quelques intermédiaires obtenus en automne, afin de déterminer leur nature.

L'un d'entre eux, obtenu dans un lot recevant une lumière permanente et élevé à la lumière naturelle a produit, du 18 au 21 novembre, 8 aptères et 4 ailés, du 21 au 24, 8 aptères et 5 ailés, du 24 au 28, 1 ailé, du 28 au 5 décembre, 1 aptère, du 5 au 9 décembre, 1 ailé et 1 aptère, du 9 au 12 décembre, 1 ailé et 1 aptère et enfin 1 mâle le 15 décembre.

Un autre intermédiaire a produit 19 aptères, 12 ailés et 2 mâles. Ces 2 intermédiaires se sont donc comportés comme des sexupares aptères.

3° Sappaphis plantaginea. — D'après Baker et Turner (1916), les virginipares aptères peuvent produire en automne, des virginipares aptères et des sexupares ailés ou des sexupares ailés et des mâles; les sexupares ailés engendrent exclusivement des femelles.

a) *Descendance des sexupares aptères.* — Des *fundatrigeniæ alatæ* ont été récoltés au printemps sur le Pommier et élevés sur des feuilles de *Plantago media* au laboratoire et à la lumière naturelle. Sept générations, comprenant exclusivement des aptères, se sont succédé depuis la mi-juin jusqu'à la mi-septembre. A l'automne, les élevages ont été faits individuellement ou par groupes de 10. Ces élevages permettent de suivre le remplacement progressif des virginipares aptères et des sexupares aptères par les sexupares ailés et les mâles.

Tableau CIV

Composition de la descendance des sexupares aptères.

9e génération		10e génération		11e génération	
Dates nais.	Composition	Dates nais.	Composition	Dates nais.	Composition
9/ 9	55 A	21/ 9	1 A 4 SL	7/10	5 A 3 SL
12/ 9	65 A	26/ 9	8 A 9 SL	10/10	1 A 8 SL
14/ 9	68 A 13 SL	29/ 9	8 A 9 SL	12/10	4 A 18 SL
17/ 9	2 A 19 SL	1/10	8 SL	14/10	14 M
19/ 9	19 SL	3/10	6 SL	17/10	24 M
21/ 9	11 SL	5/10	20 SL 1 M	20/10	8 M
24/ 9	9 A 31 SL	7/10	4 M	22/10	12 M
26/ 9	12 A 4 SL	10/10	8 M	25/10	6 M
29/ 9	1 A 14 SL	12/10	10 M	28/10	4 M
1/10	5 SL	14/10	9 M	31/10	3 M
3/10	1 SL	17/10	10 M	3/11	1 M
10/10	2 SL 2 M	20/10	3 M		
	212 A 119 SL 2 M		17 A 56 SL 45 M		14 A 29 SL 72 M

b) *Descendance des sexupares ailés.* — Un grand nombre de sexupares ailés ont été maintenus sur le Plantain après la mue imaginale; tous sont morts de 2 à 20 jours plus tard sans avoir donné de larves. D'autres, placés sur des feuilles de Pommier, ont produit des femelles sexuées de 24 h à 3 jours après leur transfert.

C. — Conclusions

Les expériences mentionnées précédemment ont permis de préciser un certain nombre de points qui sont en contradiction avec les observations faites par différents auteurs. Il était admis que les sexupares aptères de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* engendraient exclusivement des mâles et que les sexupares ailés produisaient uniquement des femelles sexuées.

Les sexupares aptères de *B. brassicæ* produisent au début de l'automne des aptères, puis des femelles sexuées et finalement des mâles; il arrive, d'une manière exceptionnelle, que quelques aptères naissent après des femelles et des mâles. A la période optimum de

production des sexués, c'est-à-dire entre le 20 septembre et le 25 octobre et entre la fin février et la fin mars, les aptères ne sont plus produits et les sexupares aptères n'engendrent plus que des femelles puis des mâles ou uniquement des mâles.

Deux points sont à noter :

1° En évitant l'action de l'effet de groupe, on peut supprimer totalement la production des virginipares ailés et des sexupares ailés ;

2° Les sexupares aptères sont capables d'engendrer les deux sexes ; ils peuvent également produire des virginipares aptères ou ailés ainsi que des sexupares ailés ; ils possèdent donc la faculté de produire toutes les formes de Pucerons à l'exception des fondatrices (BONNEMAISON, 1949).

Les sexupares ailés produisent généralement des aptères puis des femelles en mélange avec des virginipares aptères ou des sexupares aptères.

En ce qui concerne *Myzus persicæ*, les points suivants peuvent être mentionnés :

1° En automne, même lorsque l'effet de groupe n'intervient pas, il apparaît dans la descendance des sexupares aptères, un pourcentage relativement important de sexupares ailés, et ensuite, des mâles ;

2° Les sexupares aptères peuvent donner naissance à la fois à des virginipares ou sexupares aptères ou ailés ainsi qu'à des mâles ou des aptères et des mâles ou des sexupares ailés et des mâles ou enfin uniquement à des mâles. Il naît assez fréquemment au début de l'automne des sexupares ailés après des mâles ; le même fait s'observe au début du printemps ainsi que la production d'aptères à la suite des mâles, c'est-à-dire dans les cas où la tendance à la production des formes sexuées est assez peu marquée ;

3° Les sexupares ailés peuvent engendrer des virginipares aptères ou ailés, des sexupares aptères ou ailés ainsi que des femelles sexuées, ou des mâles, ou encore exclusivement des mâles ou des femelles sexuées et parfois des mâles, des sexupares ailés et des femelles.

Il se produit donc pour les sexupares ailés de *M. persicæ* ce qui a été signalé chez les sexupares aptères de *B. brassicæ*, à savoir la possibilité pour ces formes de produire les deux sexes ;

4° Les élevages réalisés à la fin de l'automne et en hiver, c'est-à-dire à un moment où la longueur du jour diminue régulièrement et s'éloigne de la durée optimum pour la production des sexués, ont montré que le pourcentage des sexués augmente progressivement et atteint près de 100 p. cent ; il n'en est pas de même pour *B. brassicæ* où les pourcentages maxima de sexués ne se produisent, le plus souvent, qu'au cours des mois d'octobre et de mars (longueur moyenne du jour 11 h 30).

Le cycle de *S. plantaginea* diffère des deux précédents par une spécialisation beaucoup plus poussée. Les sexupares aptères engendrent

des sexupares aptères, des sexupares ailés et des mâles ; les sexupares ailés ne peuvent se reproduire sur la plante-hôte secondaire et engendrent exclusivement des femelles sexuées sur l'hôte primaire.

XIII. — FACTEUR INTERNE

TANNREUTHER (1907) est le premier auteur qui ait cherché à expliquer le cycle évolutif des Aphides en faisant appel à des facteurs internes. Expérimentant principalement sur *Melanoxanthus salicis* WEED, il a constaté que, dans la nature aussi bien que sous des conditions artificiellement modifiées, le cycle complet à partir de la fondatrice comprenait constamment six générations parthénogénétiques. Une nourriture insuffisante ou une basse température n'ont exercé aucune influence sur l'apparition de la génération sexuée ; elle ne s'est manifestée qu'en augmentant la durée du développement mais n'a pas modifié le nombre des générations précédant la génération sexuée. Les sexupares sont toujours apparus à la 6e génération et ont donné naissance à des mâles ou à des femelles.

La production des formes sexuées de *Macrosiphum rosæ* L. n'a pu être provoquée expérimentalement par MORGAN (1909) qui a utilisé sans succès le froid, la sous-alimentation, la nourriture modifiée en faisant baigner des branches infestées dans différentes solutions de sels. D'autres recherches effectuées sur *Phylloxera fallax* et *Phylloxera caryacaulis* le convainquirent que des facteurs d'ordre interne étaient la cause principale de la production des formes sexuées ; il admit cependant que les agents externes pouvaient influencer le cycle des générations.

Une série d'expériences ont été faites par KLODNITSKI (1913) en vue de prouver le rôle exclusif joué par les facteurs internes ; il a utilisé différentes espèces d'Aphides : *Macrosiphum rosæ* L., *Aphis hederæ* Kalt. *Aphis saliceti* Kalt., *Periphyllus testudinatus* Thornton, *P. aceris* Koch, *P. lyropictus* Kessler, etc.

KLODNITSKI a élevé la plupart de ces Pucerons à diverses températures ou les a sous-alimentés, sans pouvoir hâter la production des sexués.

Il lui a été également impossible de provoquer artificiellement la reprise d'activité des larves d'été de *Periphyllus testudinatus* Thornton en soumettant des plantes ou des rameaux porteurs de ces larves à l'action de l'humidité ou du froid.

De ses expériences, KLODNITSKI conclut qu'il existe des espèces ayant un cycle annuel complet et présentant un nombre déterminé de générations ; tel est le cas d'*Aphis saliceti* dont une lignée présente seulement 2 générations alors qu'une autre en a 3 ; de même *Periphyllus testudinatus* a 5 générations. Le cycle d'autres espèces de Pucerons porte sur plus d'une année (*M. rosæ* var. *Glauca*, *Aphis hederæ*).

KLODNITSKI distingue les facteurs qui exercent une influence

sur l'apparition des sexués qui sont d'après lui, uniquement des facteurs internes et ceux qui exercent une « oppression » (Geschlechtsunterdrückung) sur le sexe (facteurs externes).

UICHANCO (1921) a transféré au cours du mois de juillet des pieds de *Tanacetum vulgare* L. dans une serre. A la mi-août, des *Macrosiphum tanaceti* L. récoltés en plein air ont été déposés sur ces pieds. Les plantes se développèrent normalement et la reproduction parthénogénétique se poursuivit jusqu'à la fin du mois d'octobre. Au cours de ce mois, la serre fut chauffée et la température moyenne fut environ de 65° F (18° 3). Bien que les plantes de la serre eussent une végétation vigoureuse, il apparut des mâles et des femelles à la fin du mois d'octobre, c'est-à-dire sensiblement à la même date qu'en plein air. UICHANCO en conclut à l'existence d'un facteur interne amenant l'apparition des sexués malgré la température élevée de la serre.

DAVIDSON (1921) a étudié la biologie d'*Aphis fabœ* Scop. et a effectué un grand nombre d'expériences afin de déterminer les facteurs d'apparition des sexués ; il a pu obtenir le développement des femelles ovipares sur des plantes-hôtes secondaires, ce qui démontrerait que la plante-hôte ne détermine pas l'apparition des formes sexuées. Il a observé des formes sexuées sur des Fèves ayant une croissance vigoureuse et cultivées dans une serre où la température était élevée. Cela signifierait d'après lui que le passage de la génération parthénogénétique à la génération sexuée est déterminé par un mécanisme interne associé à un complexe chromosomique ; cet auteur admet cependant que les modifications des conditions de milieu peuvent, en influençant le métabolisme de certains individus, retarder, restreindre ou favoriser l'apparition des formes sexuées mais sont incapables de les déterminer.

Quelques années plus tard, le même auteur (1924) note l'existence d'un rythme périodique d'apparition des sexués chez *Aphis fabœ* Scop. Les sexués se trouvent principalement depuis la mi-octobre jusqu'à la mi-avril alors que de la mi-avril à la mi-octobre, on observe presque uniquement des virginipares aptères ou ailés.

La mise en évidence d'un rythme annuel ou pluriannuel présidant à la production des formes sexuées est délicate ; elle ne peut se faire qu'en élevant dans des conditions de milieu identiques, les deux lignées d'une même espèce, l'une, normale, produisant des sexués à la date habituelle pour l'espèce considérée, et, l'autre se révélant incapable de donner des sexués à cette époque ou à tout autre moment de l'année.

Tous les faits signalés par les divers auteurs énumérés précédemment ne fournissent pas la preuve de l'existence d'un facteur interne ; il ne s'agit que d'hypothèses permettant d'expliquer un certain nombre d'observations mais ne reposant, le plus souvent, sur aucune donnée expérimentale précise.

Les expériences ont été poursuivies sur deux espèces seulement :

B. brassicæ et *M. persicæ*; dans leurs grandes lignes, elles consistaient à élever côte à côte, et sous différentes conditions de milieu, des lignées provenant de fondatrices écloses depuis un nombre variable d'années et maintenues en reproduction parthénogénétique continue.

A. — B. brassicæ

Les expériences ont porté sur quatre lignées appelées pour la commodité de l'exposé, lignées 1945, 1947, 1948 et 1949.

La lignée 1945 a été constituée avec un virginipare aptère récolté en plein air à Versailles le 1er février 1946 et qui, par suite de la douceur de l'hiver, provenait de virginipares aptères hivernants. L'hiver 1944-1945 a été rigoureux (minimum — 18° 5 à 2 m sous abri) et a dû amener la mort de tous les virginipares; le Puceron récolté le 1er février ne pouvait vraisemblablement provenir que d'une fondatrice devenue adulte vers le mois de mars 1945.

Un des descendants de ce virginipare aptère fut placé sur un Chou dans une cage munie d'un fin grillage afin d'éviter l'introduction d'autres Pucerons ainsi que de parasites ou de prédateurs.

Un aptère fut prélevé dans cette cage le 1er octobre 1946 et élevé au laboratoire : il produisit 28 virginipares aptères et 3 mâles. Ces aptères constituèrent la souche d'une lignée qui fut élevée au laboratoire depuis cette date jusqu'à l'automne 1949.

La lignée 1947 est issue d'une fondatrice récoltée en mars 1947 sur du Colza d'hiver dans une grande exploitation du département de l'Aisne. Dans cette région, les champs ont couramment une superficie de 15 à 20 ha; il n'existe pas de cultures de Choux et les seules plantes qui puissent héberger *B. brassicæ* sont le Colza et les Crucifères sauvages. Les façons culturales superficielles très soignées qui sont effectuées dans ce domaine après la moisson et avant le semis d'automne ne laissent subsister qu'un très petit nombre de Crucifères sauvages qui sont finalement détruites par la gelée. Le Colza d'hiver n'est généralement bien levé que lorsque les vols de sexupares sont terminés. Il en résulte que l'espèce ne peut subsister que sous la forme d'œuf d'hiver et que l'hivernation sous forme de virginipares doit être extrêmement rare.

Cette fondatrice a été déposée sur un Chou en plein air recouvert d'une cage grillagée. Un jeune aptère fut prélevé parmi sa descendance le 4 septembre 1947 et élevé au laboratoire; il produisit 10 aptères et 18 mâles. Ces 10 aptères furent utilisés comme suit : 3 pour l'élevage individuel à la lumière naturelle et à la température du laboratoire (tableau LXXXIX), 6 pour les expériences relatives à la lumière (chapitre XV) et 1 pour celles se rapportant à l'effet de groupe (chapitre XVII).

La lignée 1948 a été créée en 1948 avec une fondatrice éclose au mois de mars et la lignée 1949 avec une fondatrice issue d'un œuf placé à l'étuve et éclos le 24 janvier 1949.

1° Différences de comportement des lignées 1945, 1947 et 1948 élevées à la lumière naturelle et à une température moyenne de 20°. — Ces différentes lignées ont été élevées comparativement et individuellement pendant les périodes hivernales 1946-1947, 1947-1948 et 1948-1949 à la lumière naturelle et à la température du laboratoire afin d'en déduire la proportion des sexués par rapport à la population totale.

La première colonne du tableau CV indique les aptères, ailés et sexués dénombrés pendant l'hiver 1946-1947 dans les 10 générations de la lignée 1945 qui se sont succédé du 1er octobre au 16 mai ; la seconde mentionne les diverses formes de Pucerons obtenus pendant l'hiver 1947-1948 dans les 14 générations élevées du début de septembre à la fin du mois de mars ; dans les deux cas, la température moyenne a oscillé entre 19 et 21°.

Tableau CV

Composition des générations de la lignée 1945, *d'octobre* 1946 *à mai* 1947 *et de la lignée* 1947, *de septembre* 1947 *à mars* 1948.

Lignée 1945						Lignée 1947					
Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Composition				Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Composition			
		A	L	M	F			A	L	M	F
1re......	9/10- 3/11/46	28	0	3	0	1re......	12/ 9-23/ 9/47	10	0	18	0
2e......	30/10-16/11	47	2	3	0	2e......	23/ 9- 6/10	33	0	19	0
3e......	15/11- 6/12	37	0	0	0	3e......	8/10-23/10	85	0	1	0
4e......	8/12- 3/ 1/47	106	1	0	0	4e......	18/10-13/11	79	0	20	1
5e......	27/12-24/ 1	159	1	0	0	5e......	17/11- 4/12	49	0	93	0
6e......	24/ 1- 6/ 2	32	0	0	0	6e......	28/11-13/12	46	1	25	2
7e......	13/ 2- 4/ 3	118	1	0	0	7e......	13/12-24/12	22	0	8	13
8e......	10/ 3- 4/ 4	176	8	0	0	8e......	22/12/16/ 1/48	128	0	37	7
9e......	6/ 4-19/ 4	171	0	0	0	9e......	3/ 1- 4/ 2	149	0	26	8
10e......	24/ 4- 5/ 5	170	11	0	0	10e......	15/ 1- 7/ 2	39	0	34	2
11e......	3/ 5-16/ 5	238	2	0	0	11e......	4/ 2-18/ 2	21	0	48	22
						12e......	20/ 2- 5/ 3	11	0	19	30
						13e......	1/ 3- 9/ 3	14	0	17	29
						14e......	12/ 3-22/ 3	0	0	69	46
Totaux		1282	26	6	0	Totaux		686	1	434	160
% sexués		0,46				% sexués		46,37			

La lignée 1945 a été également élevée par groupes de 10 à 15 aptères pendant l'hiver 1946-1947 dans les mêmes conditions de milieu que les élevages isolés ; il a été obtenu entre le 15 octobre et le 16 mai, 750 aptères, 21 mâles et 17 femelles, soit 4,8 p. cent de sexués ;

Nous verrons au chapitre XVII que l'effet de groupe peut entraîner en une génération l'apparition des sexupares ailés ainsi que celle des mâles et des femelles dans la descendance des sexupares aptères : des aptères de la lignée 1947 mis en surpopulation au début d'octobre et en avril engendrèrent près de 100 p. cent de sexués à la génération suivante.

La lignée 1945 fut également élevée en surpopulation à partir du

29 novembre 1947 ; il fut obtenu pour la période s'étendant du 29 novembre au 16 mai, 1,8 p. cent de sexués (dont 85 p. cent de femelles) contre 0 p. cent chez le lot témoin.

Une nouvelle expérience fut commencée le 31 juillet 1948 avec des Pucerons aptères ayant les origines suivantes :

Lignée 1945 : 75e génération ;
Lignée 1947 : 7e génération du lot témoin (tableau no LXXXIX) ;
Lignée 1948 : 8e génération de la lignée retardée (tableau no CXLI).

Ces Pucerons ont été élevés en lignées individuelles, au laboratoire et à la lumière naturelle, et rigoureusement dans les mêmes conditions de milieu.

TABLEAU CVI

Composition de la descendance des lignées 1945, 1947 *et* 1948
élevées au laboratoire et à la lumière naturelle du 31 *juillet* au 24 *novembre* 1948.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Temp. moy.	Totaux et % sexués	Lignée 1945			Lignée 1947			Lignée 1948		
				A	M	F	A	M	F	A	M	F
1re	11 au 19 août	23°		18	0	0	10	0	0	17	0	0
			% sex.			0			0			0
2e	25 août au 14 sept	21°		72	0	0	64	0	0	73	0	0
			% sex.		0			0			0	
3e	7 au 27 sept.	20°		79	0	0	70	0	0	109	7	0
			% sex.		0			0			6,0	
			M/M + F								100	
4e	22 sept. au 2 oct.	20°		126	0	0	53	47	1	42	57	19
			% sex.		0			47			64	
			M/M + F					97			75	
5e	4 au 25 octobre	17°		265	0	0	19	31	24	1	1	44
			% sex.		0			74			97	
			M/M + F					56			2	
6e	20 oct. au 3 nov.	17°		257	0	0	0	11	46			
			% sex.		0			100				
			M/M + F					19,2				
7e	29 oct. au 24 nov.	17°		288	0	0						
			% sex.		0							

L'élevage de la lignée 1945 a été poursuivi pendant tout l'hiver et le printemps de l'année 1949 à la lumière naturelle et à la température du laboratoire ; il n'a pas été observé un seul sexué. Il est à noter qu'il n'a pas été obtenu un seul Aphide ailé dans toutes ces expériences. Dans des élevages groupés réalisés dans les mêmes conditions de lumière et de température, mais où les Pucerons furent maintenus en surpopulation, il apparut 3 femelles sexuées dans le courant du mois de novembre. Bien que les expériences fussent continuées jusqu'à la mi-mai, aucun sexué n'apparut par la suite : la proportion de sexués, depuis le début d'octobre jusqu'au mois de mai, ne fut en conséquence que de 0.022.

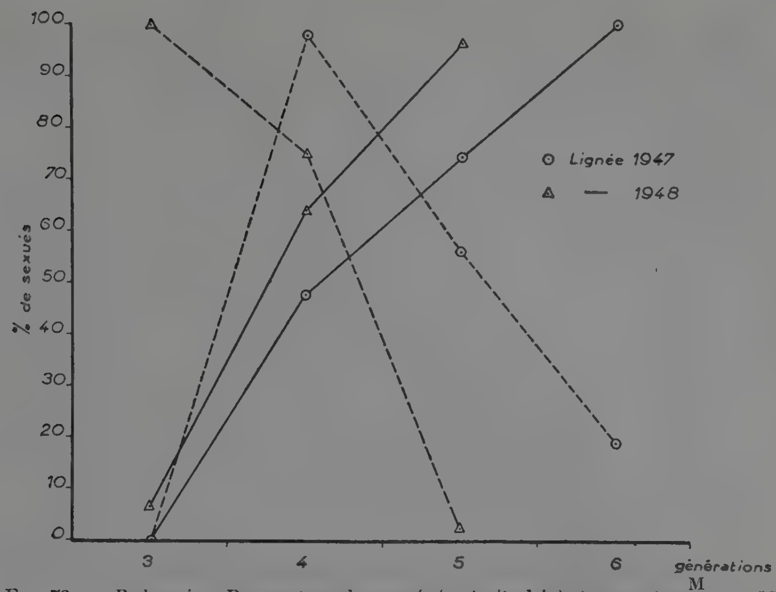


Fig. 73. — *B. brassicæ*. Pourcentage des sexués (en trait plein) et rapport $\frac{M}{M + F} \times 100$ (en pointillé) obtenus dans les élevages des lignées 1947 et 1948 réalisés à l'automne 1948.

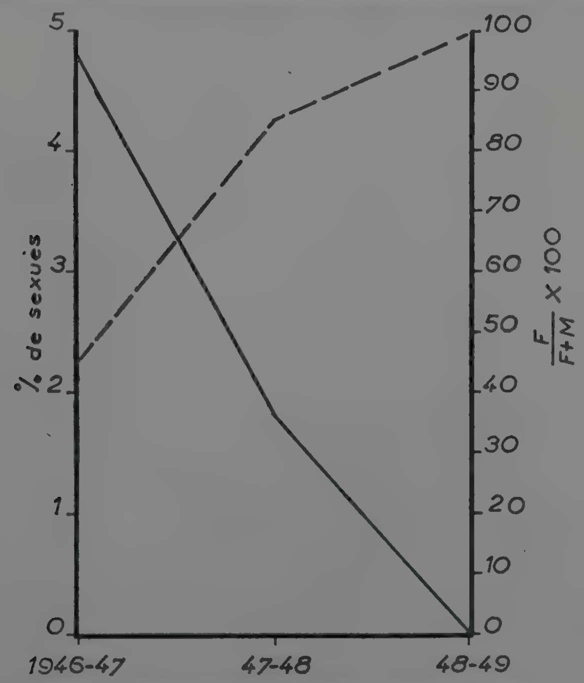


Fig. 74. — *B. brassicæ*. Pourcentage des sexués (en trait plein) et rapport $\frac{F}{F + M} \times 100$ (en pointillé) obtenus avec l'effet de groupe dans les élevages de la lignée 1945 pendant les hivers 1946-1947, 1947-1948, 1948-1949.

Si l'on reporte sur un graphique (*fig.* 74) le pourcentage global des sexués et celui des femelles aux sexuales, on constate qu'il se produit une diminution progressive du pourcentage des sexués en parallèle avec une augmentation de celui des femelles ; les femelles constituent les derniers représentants de la reproduction sexuée.

Il est apparu 6 p. cent de sexués (exclusivement des mâles) à la 3e génération de la lignée 1948 ; ces Pucerons sont nés entre le 30 août et le 8 septembre ; il n'a pas été observé de sexués dans la lignée 1947.

A la 4e génération, le pourcentage de sexués a été de 47,5 p. cent pour la lignée 1947, de 64,4 pour la lignée 1948 et à la 5e génération de 74,3 p. cent pour la lignée 1947 contre 97,8 p. cent pour la lignée 1948 ; ce n'est qu'à la 6e génération qu'il a été obtenu 100 p. cent de sexués dans la lignée 1947.

L'examen du rapport des mâles à celui des sexués est également très significatif, ainsi que le montre le graphique nº 73 : la proportion des femelles est plus élevée dans la lignée 1948 que dans la génération correspondante de la lignée 1947 ; il y a, en résumé, un décalage d'une génération entre les deux lignées.

Ces faits montrent que la tendance à la production des formes sexuées était plus marquée dans la lignée 1948 que dans la lignée 1947.

2° Diminution progressive de la fécondité des Pucerons depuis la fondatrice jusqu'aux sexupares. — Plusieurs auteurs ont observé que la fécondité des virginipares n'était pas constante au cours de l'année.

Mordwilko (1908) a noté qu'en plein air, la fécondité et la taille d'*Aphis mali* Fab., *A. viburni* Scop., *Rhopalosiphum berberidis* Koch, *Drepanosiphum platanoïdes* Schr, *Chaitophorus lyropictus* Kessler, *Phyllaphis fagi* L., etc., diminuaient pendant l'été et que leur coloration pouvait également se modifier. A Varsovie, *Aphis pomi* de Geer (= *A. mali* Fab.), est très fécond jusqu'au mois de juillet ; la ponte se ralentit ensuite ; il est difficile de trouver en août des virginipares aptères, ces derniers étant de petite taille et en mélange avec des sexués ; mais, à partir de la seconde moitié de septembre, la fécondité augmente et les Pucerons sont nombreux sur les pousses et surtout sur les feuilles. Le même phénomène a lieu chez les espèces migratrices : les fondatrices sont plus volumineuses et plus fécondes que les virginipares de la seconde génération et ces dernières donnent plus de descendants que les Pucerons de la 3e génération.

D'après Klodnitski (1912), la fécondité de *Macrosiphum rosæ* L. diminue graduellement au cours de l'année ; elle est maximum chez la fondatrice et minimum chez les sexupares. Klodnitski attribue cela à la lignification des tissus et à la température élevée pendant l'été mais remarque qu'il se produit de nouvelles pousses en automne et que la température est voisine de celle du printemps ; cependant, la fécondité continue à décroître, ce qui serait dû à l'action d'un facteur

interne qui entrave d'une manière de plus en plus marquée la reproduction parthénogénétique et aboutit au déclenchement de la reproduction sexuée.

Il est évident que ces observations, pour être précises, ne doivent pas être faites en plein air par suite des difficultés que présentent les numérations et des trop grandes différences de conditions de milieu. Pour avoir une opinion sur cette question, il est indispensable de réaliser des élevages dans des conditions aussi constantes que possible. Nous avons pu y parvenir en transportant les Pucerons dans différents locaux. L'éclairage a été assuré, soit par la lumière naturelle, soit par une lumière artificielle d'une durée de 13 h, soit par la lumière naturelle dont la durée était réduite pendant l'été en plaçant les cages sous un grand coffre confectionné avec du rhodoïd noir. L'alimentation était assurée par des feuilles de jeune Chou ayant sensiblement la même taille, prélevées sur des plantes semées à des dates échelonnées.

Ces précautions étant prises, nous n'avons pas constaté au cours de toute l'année de fluctuations significatives dans la fécondité des Pucerons.

Nous avons vu que la fécondité moyenne des fondatrices était de 43 larves ; celle des virginipares aptères a été de 65,4 à la température moyenne de 20° pour la période s'étendant depuis le début de juin jusqu'à la fin du mois de juillet (moyenne pour 100 aptères).

Il est indéniable que la taille et la fécondité des Pucerons se développant en plein air diminuent pendant l'été ; des mensurations et des élevages isolés en plein air nous ont permis de constater que cela était étroitement lié à un ralentissement de la croissance de la plante-hôte et à la modification de la structure des tissus foliaires qui en découle. C'est en 1949, année chaude et très sèche, que les chiffres les plus bas ont été obtenus. Ces faits ont d'ailleurs été beaucoup plus marqués chez les espèces se développant sur les arbres et les arbrisseaux que sur les végétaux herbacés et, pour ces derniers, moins intenses chez les plantes arrosées que chez celles qui ne l'étaient pas. A la suite de quelques pluies, qui ont eu lieu au début de septembre, la taille et la fécondité des insectes ont augmenté, bien que la reproduction sexuée fut sur le point de commencer.

Pendant l'automne et l'hiver 1947-1948, un grand nombre de Pucerons aptères de la lignée 1947 ont été élevés sous différentes conditions de milieu réalisées en vue d'inhiber ou de favoriser la production des formes sexuées ; il a pu être ainsi élevé comparativement des aptères n'engendrant que des virginipares aptères ou des aptères et quelques ailés, des mères de sexupares et des sexupares aptères.

Les sexupares aptères engendrant des aptères et des femelles ont sensiblement la même fécondité que les virginipares aptères ; par contre les sexupares aptères produisant des aptères (sexupares ou non) et des mâles, ou des aptères, des femelles et des mâles, produisent moins de descendants. Ces deux catégories de Pucerons ont été élevées sous

trois conditions différentes : à la température du laboratoire et à la lumière naturelle, à la température du laboratoire et à la lumière permanente, et à la température constante de 25°.

TABLEAU CVII

Fécondité des Pucerons de la lignée 1947
élevés sous différentes conditions de température et de lumière d'octobre à mai 1948.

Conditions d'élevage	Nature de la descendance			
	uniquement aptères et sexupares		aptères, sexupares et mâles	
	Moyenne	Maximum	Moyenne	Maximum
Température du laboratoire (18-20°) :				
lumière naturelle	53,6	68	36,5	64
lumière permanente	66,1	86	37,9	52
Température constante de 25°	44,5	67	27,2	29

La fécondité a été plus forte en septembre et en octobre que pendant l'été pour les Pucerons de la lignée 1945 : cela peut être attribué à un abaissement de la température moyenne de la salle d'élevage qui diminua la ponte journalière mais augmenta la longévité (ce qui se traduisit par la production d'un nombre plus élevé de larves) et aussi à une modification de l'alimentation (les Choux, comme beaucoup d'autres plantes, manifestent une reprise de végétation très marquée à cette période de l'année).

On peut conclure de ces résultats que, contrairement à l'opinion de KLODNITSKI, la fécondité des Pucerons ne diminue pas progressivement, depuis la fondatrice jusqu'aux sexupares ; elle est sensiblement la même pour les générations de virginipares qui se succèdent au cours de l'année, à la condition que ces Pucerons soient élevés dans les mêmes conditions de milieu.

Il est possible, cependant, que cela puisse se manifester chez certaines espèces : BALBIANI a montré qu'il y avait chez le Phylloxera de la Vigne une diminution progressive du nombre des ovarioles depuis la fondatrice jusqu'aux sexupares.

Nous avons disséqué un grand nombre de Pucerons aptères ou ailés à différentes époques de l'année et nous avons dénombré à peu près constamment douze ovarioles ; chez les aptères, chaque ovariole comprend généralement 4 embryons et celle des ailés 2 à 4. Les *Aphidinæ* se comportent donc à ce point de vue d'une manière toute différente de celle des *Phylloxerinæ*.

3° Remplacement des sexués par les ailés dans la lignée 1945. — Les résultats fournis par l'élevage de la lignée 1945 depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mai sont indiqués au tableau CV ; on voit que quelques ailés sont apparus en novembre et

décembre et surtout dans le courant des mois d'avril. Les ailés ne produisirent que des aptères ; il s'agissait donc de virginipares.

Bien qu'il n'y ait pas eu de surpopulation, des ailés sont donc nés tant à l'automne qu'au printemps au moment où les formes sexuées ou sexupares étaient nombreuses dans la lignée 1947 ; avant et après ces périodes, il n'a été observé que des aptères (sauf quelques cas où il s'était produit une légère surpopulation locale). Nous avons vu que c'est pendant les mois d'octobre et de mars qu'apparaissent au laboratoire les plus fortes proportions de sexués, et que ceux-ci naissent généralement à la fin de la période de reproduction. Or les ailés observés dans les 60e, 61e et 63e générations, 7e, 8e et 10e générations, sont également nés en dernier ; ils constituent donc le parallèle des sexués engendrés par les sexupares aptères.

Il apparaît parfois des virginipares ailés dans la descendance des sexupares aptères lorsque le pourcentage des sexués produits par ces Pucerons est relativement faible ; ces ailés naissent toujours lorsque plus de la moitié des larves ont été engendrées. D'après ces résultats, les ailés semblent constituer, lorsque les conditions climatiques, température et lumière, sont favorables à la naissance des sexués, une forme transitoire entre les formes sexuées et les virginipares aptères.

B. — Myzus persicæ.

1° Différences de comportement des lignées 1945 et 1947 à l'automne 1947. — Les expériences ont également été faites sur quatre lignées : la lignée 1945 provenant d'un virginipare aptère hivernant récolté au mois de février 1946 et les lignées 1947, 1948 et 1949 issues de fondatrices écloses au printemps des années 1947, 1948 et 1949.

Des Pucerons provenant des lignées 1945 et 1947 ont été élevés comparativement durant l'année 1947 ; dans la lignée 1947, le premier Puceron ailé (sexupare) a été noté le 7 octobre. La proportion des ailés a augmenté rapidement par la suite : le 12, plus du tiers des Pucerons étaient ailés et vers le 18-20 octobre près de 90 p. cent des Pucerons étaient des sexupares ailés adultes. Transportés sur des Pêchers, ces sexupares ailés ont engendré des femelles sexuées. Le premier mâle a été trouvé le 13 octobre.

Dans la lignée 1945, les premiers ailés sont apparus le 1er octobre et sont devenus nombreux dès le 5 octobre. Ces ailés avaient une teinte générale verte au 4e stade alors qu'au stade correspondant les Pucerons de la lignée 1947 étaient d'un rose vif. Ils furent déposés sur des rameaux de Pêcher et ne produisirent qu'un petit nombre de larves qui ne purent achever leur développement. Ces ailés n'étaient donc pas des sexupares, mais des virginipares ; ils donnèrent un grand nombre de descendants aptères quand ils furent élevés sur le Chou.

Tableau CVIII

Composition des lignées 1945 *et* 1947 *du* 10 *octobre au* 31 *novembre* 1947.

Dates de mue imaginale	Lignée 1945		Lignée 1947		
	A	L	A	L et SL	M
6-14 octobre	90	117	56	20	1
15-19 —	28	112	31	252	1
20-24 —	305	262	6	188	241
25-29 —	44	95	7	95	148
30-octobre 2 novembre					37
3- 7 novembre				17	89
8-12 —				77	14
13-16 —					
17-21 —	130	92			
22-26 —	110	85		18	
27novemb.-1erdécemb.	145	78			
2- 6 décembre	166	52		20	
7-11 —	136	34		13	
12-16 —	257	31			
17-21 —	26	9			
Totaux	1437	967	100	630	531
% sexués	0			92	

La durée du développement larvaire des ailés étant de 10 jours en moyenne, nous pouvons en déduire que les ailés ont commencé à naître dans les deux lignées vers le 25 septembre et leurs parents entre le 5 et le 15 septembre ; à ce moment, la température moyenne était de 23° et la durée de l'éclairement de 13 h.

Les feuilles qui étaient fournies aux Pucerons des deux lignées étaient prélevées sur les mêmes plantes du mois de juillet au mois de septembre, et étaient choisies de manière à avoir sensiblement des dimensions et un âge identiques.

Un facteur ou un complexe de facteurs a donc provoqué brusquement l'apparition de virginipares ailés dans la lignée 1945, de virginipares et surtout de sexupares ailés dans la lignée 1947.

Les élevages cités précédemment ont été faits en groupe et il a été noté, comme pour *B. brassicæ*, que la fécondité des Pucerons a brusquement augmenté à partir de la mi-septembre aussi bien en plein air que dans les élevages faits au laboratoire. Cela s'est traduit rapidement par une surpopulation plus ou moins marquée qui a pu être une des causes de l'apparition des ailés sexupares ou virginipares.

Afin de préciser l'action de ce facteur à cette période de l'année, il a été élevé individuellement au laboratoire des aptères de la lignée 1945 : l'expérience a porté sur 5 Aphides. Trois générations ont été suivies entre le 23 octobre et le 29 décembre ; il a été obtenu à la 1re génération 18 aptères et 2 ailés, à la 2e : 48 aptères et 2 ailés, et à la 3e : 61 aptères et 1 ailé ; il n'avait pas été observé un seul ailé jusqu'au 1er octobre dans les élevages réalisés pendant tout l'été au laboratoire ; on peut en conclure qu'une tendance à la production des virginipares ailés se manifeste à partir de la fin du mois de septembre dans la lignée où la reproduction

sexuée a pratiquement disparu et que l'augmentation de la fécondité qui se produit à ce moment, permet à « l'effet de groupe » de renforcer cette tendance.

2° Élevage des lignées 1947 et 1948 durant l'automne 1948 — Il a été élevé en parallèle avec l'expérience mentionnée page 258 des Pucerons aptères provenant des lignées 1947 et 1948 à la température du laboratoire et à la lumière naturelle.

TABLEAU CIX

Composition de la descendance de virginipares aptères des lignées 1947 *et* 1948 *élevés au laboratoire et à la lumière naturelle du* 31 *juillet au* 26 *octobre* 1948.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Température moyenne	Totaux et % sex.	Lignée 1947			Lignée 1948			
				A	SL	M	A	L	SL	M
1re	9 au 25 août	21°5	Totaux	15			16	2		
			% sex.		0				0	
2e	28 août au 11 sept.	20°5	Totaux	17			45			
			% sex.		0				0	
3e	11 sept. au 8 oct.	19°5	Totaux	86			158		3	
			% sex.		0				1,8	
4e	4 oct. au 26 oct.	18°0			1	16	4		5	25
					1	36	1		2	23
					4	21	1		2	22
					5	26	1		8	25
					4	28	3		4	16
					3	33				
					3	24				
					3	18				
					0	7				
			Totaux		24	209	10		21	111
			% sex.		100				93	
			M/M + SL		89				84	

En une génération seulement, la reproduction parthénogénétique a donc été à peu près totalement remplacée par la reproduction sexuée tant pour la lignée 1947 que pour la lignée 1948.

Les remarques qui ont été formulées au sujet de *B. brassicæ* se confirment avec *M. persicæ* ; les sexués ou sexupares ailés apparaissent une génération plus tôt dans la lignée 1948 que dans la lignée 1947 ; à la génération suivante, la proportion de sexupares ailés (engendrant normalement 100 p. cent de femelles sexuées) est un peu plus forte dans la première lignée. Il a cependant été observé quelques sexupares aptères dans la lignée 1948 alors qu'il n'en a été noté aucun dans l'autre.

C. — Conclusions.

1° Les expériences citées précédemment montrent que, chez les Aphides étudiés, le déclenchement de la gamétogénèse relève en premier lieu d'un facteur interne ; ainsi que nous le verrons par la suite,

l'influence de ce facteur peut être inhibée expérimentalement par des agents climatiques tels que la température ou la lumière ;

2° Ce facteur interne ne persiste pas indéfiniment : pour qu'il se fasse sentir pleinement, il est nécessaire que les Pucerons proviennent d'une lignée issue d'une fondatrice éclose quelques mois auparavant.

Les faits qui permettent de conclure à son existence sont de deux ordres :

a) L'obtention, tant pour *B. brassicæ* que pour *M. persicæ* de deux lignées que nous avons désignées par lignées 1945 provenant de virginipares hivernants récoltés à la fin de l'hiver 1945-1946. Par suite de la rigueur de l'hiver 1944-1945, il est probable que tous les virginipares hivernants ont été tués. Il est cependant possible qu'un très petit nombre d'aptères placés dans des conditions extrêmement particulières aient pu supporter la température minimum de — 18° 5. Les Pucerons de la lignée 1945 provenaient donc vraisemblablement d'une fondatrice devenue adulte en mars ou avril 1945 ; au mois d'octobre 1946, les lignées s'étaient reproduites exclusivement par parthénogénèse depuis 17 à 19 mois.

Si ces lignées provenaient de Pucerons ayant hiverné sous la forme de virginipares non seulement pendant l'hiver 1945-1946, mais aussi pendant l'hiver 1944-1945, il pourrait se faire que ces lignées descendent d'une fondatrice éclose au printemps 1942 (1) car les hivers 1942-1943 et 1943-1944 ont été très doux (minimum — 7° 4) ; la reproduction parthénogénétique se serait donc poursuivie sans interruption du mois de mars 1942 au mois d'octobre 1946 et, dans le cas contraire, seulement de mars 1945 à octobre 1946 soit, dans un cas, pendant 4 ans 1/2 et dans l'autre seulement pendant 19 mois. Cela aurait suffi pour diminuer dans de notables proportions le pourcentage des sexués et permettre à un grand nombre d'individus de se multiplier par la suite presque exclusivement par voie parthénogénétique.

Il n'apparaît plus de mâles et pratiquement plus de femelles dans une lignée se reproduisant exclusivement par parthénogénèse depuis 4 ans 1/2 à 7 ans 1/2.

En se limitant aux élevages faits à la lumière naturelle et à la température du laboratoire (moyenne 20 ± 2), la lignée 1945 a donné les pourcentages suivants de sexués depuis le mois d'octobre jusqu'à la fin du printemps des années suivantes :

	Elevages isolés	Élevages groupés
1946-1947	0,46	4,8
1947-1948	0	1,8
1948-1949	0	0,022
Automne et hiver 1949	0	0

La reproduction sexuée s'est donc manifestée pour la dernière fois par l'apparition, en novembre 1948, de 3 femelles sexuées dans l'élevage groupé.

(1) La température minimum de l'hiver 1941-1942 a été de — 20° 3 à 2 m sous abri.

En ce qui concerne *M. persicæ*, il n'a pas été obtenu, avec la lignée 1945, un seul sexué ou sexupare en automne et pendant l'hiver 1946-1947, ni l'année suivante.

b) Au cours de l'automne 1948, il est apparu très rapidement des sexués et dans des proportions beaucoup plus importantes que celles qui avaient été notées à l'automne précédent. Les élevages comparatifs des lignées 1947 et 1948 réalisés à cette saison ont montré que les sexués apparaissaient un peu plus tardivement dans la lignée 1947 que dans la lignée 1948 et que la proportion des femelles pour *B. brassicæ* ou des sexupares ailés pour *M. persicæ* a été constamment plus faible ; ceci prouve que le facteur interne amenant l'apparition des sexuales était moins actif dans la lignée se reproduisant parthénogénétiquement depuis 18 mois que dans celle où l'éclosion de la fondatrice ne remontait qu'à 6 ou 7 mois ;

3° Les lignées 1947 de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* ont donné 100 p. cent de sexués après une reproduction parthénogénétique poursuivie pendant 19 mois. Par contre, des lignées peuvent ne plus produire de sexués 19 mois après l'éclosion de la fondatrice.

Les conclusions de Uichanco (1920) sont basées sur l'obtention, à la même date, de sexués de *Macrosiphum tanaceti* L., dans une serre chauffée où la température moyenne était de 18° 1, et en plein air. Dans la même serre, se trouvaient des pieds de *Nicotiana alata* qui hébergeaient depuis 2 ans des *Myzus persicæ* ; ces derniers Pucerons se sont reproduits par parthénogénèse pendant tout l'hiver alors qu'en plein air, les sexués de *M. persicæ* apparaissaient sensiblement en même temps que ceux de *M. tanaceti*. La différence de comportement de ces deux espèces a constitué, pour Uichanco, un argument supplémentaire en faveur de l'action d'un agent interne existant chez *M. tanaceti* et amenant irrémédiablement le déclenchement de la gamétogénèse, même si la plante-hôte et le Puceron étaient placés à une température optimum pour le développement des Aphides.

Les résultats fournis par cette expérience s'expliquent aisément ; les Pucerons utilisés avaient été prélevés en plein air vers la mi-août et déposés sur des pieds de *Tanacetum vulgare* L., mis dans la serre en juillet. Les Pucerons de la serre recevaient un éclairage de même durée que ceux se trouvant sur les plantes de plein air ; ces dernières étaient en cours de flétrissement au moment de l'apparition des sexués (fin octobre) alors que les plantes de la serre étaient très vigoureuses. Ainsi que nous le verrons par la suite, la température de 18° était insuffisante pour inhiber la production des sexués ; il n'y avait donc aucune raison pour que les sexués n'apparaissent pas ;

4° Dans les conditions normales, il apparaît, en automne, tant pour *B. brassicæ* que pour *M. persicæ*, des sexupares ailés peu de temps avant les mâles ou en même temps que ceux-ci ; il peut naître également au début de la période de reproduction sexuée quelques ailés virgi-

nipares en mélange avec les sexupares ou les mâles mais leur proportion est toujours très faible.

Les élevages des lignées 1945, 1947 et 1948 de *M. persicæ* et *B. brassicæ* pendant la période hivernale, réalisés dans des conditions telles que « l'effet de groupe » ne puisse intervenir, ont montré que la lignée 1945 ne produisait pas de sexupares et de sexués ou seulement une proportion infime. Par contre, il est apparu, à partir du 7 octobre, un grand nombre de virginipares ailés (tableau n° CVIII) chez *M. persicæ* élevé au laboratoire alors qu'il n'a pas été obtenu un seul ailé pendant tout le printemps et l'été ; c'est également à cette date que l'on observe l'apparition des sexupares et des sexués dans les lignées 1947 et 1948.

Nous avons vu que le cycle complet de *B. brassicæ* peut être réalisé sans qu'il y ait production d'ailés virginipares ou sexupares ; cependant, il a été observé l'apparition d'une faible proportion de virginipares ailés dans la lignée 1945 (p. 257). Ces ailés ont été notés du mois d'octobre 1946 au mois de mai 1947, c'est-à-dire au moment où la proportion des sexués était très élevée et souvent égale à 100 p. cent. Il n'en est par contre pas apparu à l'automne 1948.

Nous avons signalé, page 237, que des virginipares ailés ou des intermédiaires apparaissent parfois dans la descendance de sexupares aptères de *B. brassicæ* peu de temps avant la naissance des mâles et que les intermédiaires pouvaient être assimilés à des formes de transition entre les individus parthénogénétiques et sexués ; le même fait s'observe pour *M. persicæ* (p. 246) et ces cas particuliers ne se manifestent que dans les générations où la reproduction gamique n'est pas très marquée.

L'apparition simultanée des virginipares ailés dans les lignées 1945 et de sexupares, ailés ou non, dans les lignées 1947, peut être interprétée de deux façons. Il peut être supposé que le ou les agents déterminants qui provoquent l'apparition des ailés et des sexués soient sensiblement identiques. On peut également formuler l'hypothèse que ces agents n'entraînent normalement que la production des sexués ; dans la lignée 1945, cette tendance subsiste sous une forme atténuée qui ne peut se manifester que par la production de formes ailées incapables de donner naissance à des sexués et qui constitueraient par conséquent des sexupares dégradés.

Cette seconde hypothèse paraît la plus vraisemblable par suite de l'étroite coïncidence existant entre les époques d'apparition des formes ailées dans les deux lignées et de la non-production des ailés dans la lignée 1945 du 16 novembre au 4 mars pour *B. brassicæ* et du petit nombre de *M. persicæ* ailés à partir de la fin de décembre.

XIV. — TEMPÉRATURE

D'une manière générale, les formes sexuées de la plupart des espèces d'Aphides apparaissent en automne, c'est-à-dire à un moment où la température moyenne est assez basse et les températures minima inférieures à 10°. Cette constatation a conduit plusieurs auteurs à attribuer l'apparition des formes sexupares et sexuées à un abaissement de la température.

Bonnet (1747), élève de Réaumur, étudiant le développement d'*Aphis euonymi* Fab. (= *Aphis fabæ* Scop.), d'*Aphis plantago* et de *Siphonophora rosæ* Koch. (= *Macrosiphum rosæ* L.) a pu établir que les Aphides se reproduisent par parthénogénèse durant l'été et qu'il apparaît à l'automne une génération sexuée productrice d'œufs d'hiver. Il a constaté que le cycle de *Macrosiphum rosæ* comprend 10 générations, dont la dernière est la génération sexuée, et a remarqué que la température de 16° à 20° R. (20-25° C) était particulièrement favorable à la multiplication de l'espèce. De Geer (1771, 1773) a conclu de ses observations sur « *Lachnus pini* » et « *Aphis rosæ* » que les individus vivipares se trouvent durant l'été et que les formes ovipares sont présentes seulement en automne. Il a remarqué également que le Puceron du Rosier peut se reproduire parthénogénétiquement pendant l'hiver lorsqu'il est placé dans des conditions de milieu favorables.

Kyber (1815) a fait des observations analogues; il a pu élever le Puceron du Rosier dans un local chauffé durant l'hiver pendant 4 années de suite et a obtenu ainsi 50 générations parthénogénétiques. Il a expliqué l'apparition des animaux sexués par l'influence d'agents externes : tant que la température et les conditions de nourriture restent suffisantes, les Pucerons ne produisent pas d'œufs mais continuent à engendrer des larves. Kyber a fait les mêmes remarques avec le Puceron de l'Œillet (*Aphis dianthi* Schrank = *Myzus persicæ* Sulz) qu'il a pu faire reproduire parthénogénétiquement dans une chambre chauffée pendant 4 années de suite; il a noté que cette dernière espèce semble constituer une exception car il n'a jamais observé, même en automne, d'accouplement ou d'œufs.

Par ailleurs, Kyber élevant des colonies d'*Aphis lychnidis* L. (*Anuraphis lychnidis* L.) et d'*A. hordei* Kyber *(Macrosiphum granarium* Kirby) a noté une très grosse production d'œufs au cours de l'année 1811 bien que la température fût anormalement élevée pendant le jour et la nuit; le même auteur a affirmé que l'apparition des Pucerons sexués peut être accélérée par le froid et le manque de nourriture.

Boiteau (1881) a pu élever pendant près de 2 années consécutives des individus parthénogénétiques de *Phylloxera.*

Slingerland (1893) a isolé au début du mois d'avril 1890 la nymphe d'une femelle aptère parthénogénétique de *Myzus achyrantes*

Monell (= *Myzus persicæ* Sulz. d'après Gillette et Taylor, 1908) et obtint en 2 ans et 10 mois, 62 générations d'individus parthénogénétiques par l'élevage dans une serre.

Balbiani (1898) a nié l'influence de la température sur l'apparition des sexués, en s'appuyant sur une observation qu'il a faite sur le Puceron du Rosier (*Macrosiphum rosæ* L.). Il a remarqué que les Pucerons continuaient à se reproduire parthénogénétiquement dans le courant de l'hiver et il a attribué le développement des formes sexuées uniquement à une déficience alimentaire.

Mordwilko (1908) a expliqué l'apparition des sexués par une déficience de la nourriture. Il a remarqué cependant que la température intervient puissamment et qu'il est possible d'amener les sexupares ailés de *Macrosiphum rosæ* L., d'*Aphis mali* Fab. à donner naissance non pas à des formes sexuées, mais à des virginipares en élevant les Pucerons dans une serre chauffée. Il a constaté que des graminées infestées par *Tetraneura cærulescens* Pass. (*T. ulmi* Hartig.) placées pendant l'été dans une pièce exposée au sud, se sont desséchées partiellement ; les Pucerons n'ont cependant pas évolué vers la forme sexuée comme cela se produit en plein air mais ont surtout donné des virginipares ailés. Mordwilko a attribué ces différences à l'action de la température, la température du sol en plein air étant notablement plus basse que celle du laboratoire.

Morgan (1909) a fait des observations analogues à celles de Balbiani sur *M. rosæ* ; il a remarqué que les formes sexuées peuvent apparaître à la fin de l'été avant que le froid se soit fait sentir et que, par ailleurs, la reproduction parthénogénétique persiste chez certains individus pendant l'hiver, même après de grands froids.

L'élevage d'*Aphis hederæ* poursuivi pendant 5 mois à une température de 8 à 10° n'a pas permis à Klodnitski (1912) d'obtenir des formes sexuées.

Ewing (1916) a élevé *Aphis avenæ* Fab. (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch.) à une température moyenne voisine de 65° F (18° 3 C) et a obtenu 87 générations parthénogénétiques en 3 ans.

Des résultats analogues ont été obtenus avec *Toxoptera graminum* Rond. (Webster et Phillips, 1912) et *Macrosiphum pisi* (Davis, 1915).

Phillips (1916) a récolté en plein air, au début du mois d'octobre 1912, des Pucerons (*Macrosiphum granarium* Kirby), qui devaient probablement être des sexupares, et les a placés dans une serre où la température oscillait entre 50 et 70° F. (10° à 21° C) ; il a obtenu un certain nombre de mâles mais très peu de femelles.

Les basses températures augmenteraient, d'après Davidson (1929) la proportion des formes sexuées mais seraient incapables d'en provoquer l'apparition.

Shull (1930) a élevé comparativement des lots de *Macrosiphum*

solanifolii (= *M. euphorbiæ* Thomas) à une basse température (moyenne 18° 9 avec des variations journalières de 3°) et à une haute température (moyenne 24° 8 avec des variations journalières de 3°) l'éclairement étant identique pour les deux lots ; il a obtenu 34,4 p. cent de descendants parthénogénétiques dans le lot placé à la température élevée et seulement 1,1 p. cent dans le lot soumis à la température basse.

Wadley (1931) a obtenu des sexués de *Toxoptera graminum* Rond. en juillet et août dans un insectarium où les plantes n'étaient éclairées que pendant 9 h par jour ; la température moyenne était un peu supérieure à 70° F. (21° C) et la température minimum souvent inférieure à 60° F (15° 5 C). D'autres élevages ont été faits en parallèle avec des Pucerons de même origine dans une serre où la température moyenne était sensiblement égale à 75° F (23° 9) et les minima voisins de 65° F (18° 3) ; dans ce dernier cas, il ne fut pas obtenu de sexués.

Wilson (1938) opérant sur *Aphis chloris* Koch a formulé des conclusions similaires. Les Aphides ont été élevés sur des pousses d'*Hypericum perforatum* soumises à un éclairage artificiel pendant 7 h par jour et à différentes températures ; à la température constante de 21°, les femelles ovipares apparaissent à la 2e génération et la 3e ne comprend que des femelles ovipares. A la température constante de 26°, des femelles sexuées n'apparaissent qu'à la 8e génération ; à une température variant entre 17 et 20°, il n'est obtenu que des femelles ovipares à la 9e génération ; enfin à une température oscillant entre 13 et 14°, tous les Pucerons sont ovipares dès la 2e génération.

A. — B. brassicæ.

1° Action d'une température constante de 25°. — Les élevages individuels faits au laboratoire pendant l'automne, l'hiver et le printemps, avec des Pucerons provenant de la lignée 1947 ont abouti à la production d'une proportion importante de mâles et de femelles sexuées depuis le début de septembre jusqu'à la mi-mars 1948 (tableau LXXXV). La température a été de 18° en moyenne durant toutes ces expériences avec des variations de ± 2° ; du 23 février au 20 mars, période durant laquelle les pourcentages maxima de sexués ont été obtenus, la température moyenne a été de 19° ± 2°. Nous pouvons de ce fait tirer une première conclusion, à savoir que les températures égales ou légèrement inférieures à 20°, ne contrarient en aucune façon la production des formes sexuées.

Des aptères adultes de la 9e génération ont été élevés individuellement dans des étuves vitrées réglées à la température constante de 25° ; ces Pucerons recevaient un éclairage nettement plus réduit que ceux élevés à la température normale du laboratoire.

Le tableau ci-dessous indique la composition des différentes générations du lot élevé à la température du laboratoire et du lot placé dans l'étuve à 25°.

TABLEAU CX

Influence d'une température constante de 25° sur l'inhibition des formes sexuées.

Générations	Elevage laboratoire (18°-20°)							Elevage étuve 25°						
	Elev. isol.			Totaux			% sexués	Elev. isol.			Totaux			% sexués
	A	M	F	A	M	F		A	M	F	A	M	F	
9e				149	30	8	20,3							
10e	22	6	1					6	8					
	5	4		39	34	2	48,0	7	7	1				
	5	16						24			60	21	9	33,3
	7	8	1					19						
								0		5				
								4	6	3				
11e	3	3						8	2					
		5	18	21	48	22	76,9	44						
	3	16						13		1	106	3	2	4,5
	3	17	4					19		1				
	12	7						2	1					
12e	8	4						27						
	1	13	3					4						
	1	1	6	11	19	30	81,6	8			77			0
			8					29						
	1	1	13											

L'élevage à la température de 25° a été poursuivi jusqu'à la 21e génération (fin juin) ; il n'a été obtenu que des virginipares aptères, et pas un seul sexué ou ailé.

Une température constante de 25° arrête donc la production des sexués en 1 ou 2 générations seulement.

En tenant compte du fait qu'à la température moyenne de 18-20°, il a été dénombré 76,6 p. cent de sexués à la 13e génération et 100 p. cent à la 14e, nous pouvons donc conclure que le seuil de température pour la production des sexués se situe entre les températures de 20 et de 25°.

Un exemple intéressant est fourni par un sexupare aptère qui avait donné à la 5e génération et à la température du laboratoire (18°) 12 larves qui ne parvinrent pas au 4e stade, 24 aptères et 15 mâles entre le 24 décembre et le 8 janvier. Le 24e Puceron produit par ce sexupare aptère a été élevé au laboratoire jusqu'à la mue imaginale (7 janvier) puis transféré dans l'étuve à 25° ; il a donné naissance entre le 9 et le 21 janvier à 25 larves :

TABLEAU CXI

Composition de la descendance d'un sexupare aptère élevé à 25° à partir de la mue imaginale.

Date de naissance	N° d'ordre	Nature	Date de naissance	N° d'ordre	Nature
9 janvier	1- 5	2 l 3 A	14 janvier	19-21	1 l 2 M
10 —	6- 7	1 l 1 A	15 —	22-23	2 l
11 —	8-10	2 l 1 A	19 —	24	1 A
12 —	11-13	3 M	21 —	25	1 M
13 —	14-18	3 l 2 M			

Il s'est donc produit un retour partiel à la reproduction parthénogénétique 12 jours après le début du séjour de la mère à 25°. Les larves n° 4, 10 et 24, engendrées par ce sexupare aptère et élevées à 25° ont donné, la première, 8 aptères et 2 mâles, la seconde 44 aptères, et la dernière 13 aptères et 2 femelles.

Tous les aptères de cette 2e génération, élevés à 25°, n'ont engendré que des aptères à partir du 26 janvier ; une température de 25° a donc pu, en 20 jours et 2 générations, inhiber totalement la production des formes sexuées.

L'action d'une température constante de 25° sur la régression de la reproduction sexuée étant ainsi démontrée, il était intéressant de voir si la reproduction sexuée était définitivement ou seulement passagèrement supprimée et pouvait se manifester dès que la température serait abaissée, toutes les conditions favorables à l'apparition des formes sexuées étant satisfaites par ailleurs.

Ces expériences ont été renouvelées à plusieurs reprises afin d'opérer sur des souches élevées à la température constante de 25° pendant un nombre variable de générations.

Le premier essai a été fait le 10 février : 3 aptères, adultes depuis moins de 24 h, ont été prélevés dans la 11e génération du lot à 25° (élevage depuis 2 générations à cette température) et placés à la température du laboratoire (20° en moyenne) ; alors qu'à la génération correspondante (12e) élevée à 25°, il n'était pas obtenu un seul sexué, chacun de ces 3 aptères a donné naissance, à partir du 20 février, à un ou plusieurs mâles et le pourcentage global de sexués a été de 27 p. cent. La reproduction sexuée a donc repris 8 jours seulement après le transfert à la température moyenne de 18-20°.

Le même résultat a été noté avec des Pucerons prélevés dans la 12e génération à 25° (séjour pendant 3 générations) ; les mâles sont nés le 10e jour après le transfert ; 2 aptères, nés 3 jours auparavant, et élevés à la température du laboratoire, ont donné des aptères, des mâles et des femelles.

Les Pucerons provenant de la 13e génération (séjour pendant 4 générations à 25°) ont produit 1 femelle à la 1re génération, le 13e jour après la mise en élevage à la température de 18-20°, mais les mâles ne sont apparus qu'à la génération suivante, soit le 22e jour après le début de l'expérience.

Shull a procédé à des expériences analogues en utilisant les sexupares ailés de *Macrosiphum gei ;* il a constaté que la transformation de la reproduction sexuée en parthénogénétique par l'action d'une température de 24° ou de la lumière permanente demande 21 jours en hiver et 45 jours au printemps. D'après cet auteur, le passage de la reproduction sexuée à la reproduction parthénogénétique s'obtient plus rapidement que celui de la reproduction parthénogénétique à la ponte des sexués. Nous avons constaté avec *B. brassicæ* que le changement de reproduction se produit à peu près aussi rapidement dans les deux sens.

TABLEAU CXII

Composition de la descendance de lignées élevées depuis plusieurs générations à la température constante de 25° et transférées à une température de 18 à 20°.

Générations élevées à 18-20°	Origine des géniteurs (élevages à 25°) et dates des premières et dernières mues imaginales de la 1re génération à 18-20°						
	11e g. (2e g.) 18/2-5/3	12e g. (3e g.) 11/3-25/3	13e g. (4e g.) 9/3-13/4	14e g. (5e g.) 15/3-3/4	15e g. (6e g.) 19/3-18/4	16e g. (7e g.) 8/4-18/5	18e g. (8e g.) 19/4-9/6	20e g. (9e g.) 15/5-9/6
1re								
Totaux	53 A 20 M	29 A 19 M	31 A 1 F	106 A	101 A	36 A	56 A	14 A
% sexués.....	27,0	39,5	3,1	0	0	0	0	0
2e								
Totaux		1 A 33 M 16 F	38 A 1 I 17 M 29 F	33 A 17 M 15 F	6 A 29 M 10 F	3 A 28 M 15 F	84 A	6 A
% sexués.....		98,0	54,1	49,2	86,6	93,4	0	0
3e								
Totaux				6A 2L 13M 4F			30 A 5 L 1 M	
% sexués.....				68,0			2,8	
4e								
Totaux				37 A 5 M			47 A	
% sexués.....				11,9			0	
5e								
Totaux				18 A				
% sexués.....				0				

2° Action d'une température constante de 22°. — A la température moyenne de 20°, il a été obtenu une proportion importante de mâles et de femelles ; par contre la température constante de 25° inhibe complètement la production des mâles comme celle des femelles.

Il existe donc entre ces deux températures un ou deux seuils de température (un pour les mâles et un pour les femelles) au-dessous desquels les sexués peuvent naître.

Un Puceron aptère provenant de la 14e génération du lot élevé à la température constante de 25° a été transféré à la température du laboratoire ; il a produit 61 aptères ; 2 des derniers-nés ont été élevés, ainsi que leurs descendants, à la température du laboratoire (moyenne 20°) et 5 autres mis à la température constante de 22°.

Génération	Elevage au laboratoire	Elevage à température constante de 22°
1re	61 A	
2e	33 A-0 L-17 M-15 F	40 A-0 L-10 M-5 F
3e	6 A-2 L-13 M- 4 F	30 A-0 L- 9 M-0 F
4e	37 A-0 L- 5 M- 0 F	11 A-0 L- 0 M-0 F

Cet essai, recommencé à l'automne 1948 avec des Pucerons provenant de la lignée 1947, a donné les résultats suivants :

Génération	Elevage au laboratoire à temp. inférieure à 22°	Elevage à temp. constante de 22°
1re	11 A	63 A-7 M
2e	69 A-1 F-25 M	40 A-2 M
3e	133 A- 21 M	49 A
4e	111 A 43 M	71 A-4 M
5e	110 A-3 F-14 M	337 A-9 M
6e	217 A-3 L-1 F-1 M	462 A-5 M

Nous pouvons donc conclure de ces essais que la température constante de 22° inhibe l'apparition des femelles et non celle des mâles.

Les mâles et les femelles sexuées sont apparus beaucoup plus tardivement à l'automne 1949 qu'au cours des automnes des années antérieures. En 1948 (voir p. 258), les premiers mâles ont été notés entre le 20 et le 27 septembre et à la génération suivante (mues imaginales du 22 septembre au 2 octobre), il a été obtenu 64 p. cent de sexués dont 75 p. cent de mâles.

En 1949, le premier mâle a été noté seulement le 5 octobre dans la descendance d'une fondatrice éclose au printemps 1949 et la première femelle le 9 novembre. Il n'est apparu que 0,5 p. cent de sexués (uniquement des mâles) à la 14e génération (mues imaginales du 10 au 24 octobre) et 0,3 p. cent de femelles à la 15e génération (mues imaginales du 31 octobre au 12 novembre). Ce retard est attribuable à la

température élevée du mois de septembre 1949; les températures moyennes dans la salle d'élevage ont été les suivantes en 1948 et 1949 :

		1948	1949
Août	1re décade	23°	23°
	2e —	21°	23°
	3e —	22°	26°
Septembre	1re décade	20°	24°
	2e —	19° 5	23° 5
	3e —	19° 5	23° 5
Octobre	1re décade	18°	20° 5
	2e —	17° 5	19°
	3e —	17° 5	16° 5

Ce n'est donc qu'à partir des premiers jours du mois d'octobre 1949 que la température a été suffisamment basse pour permettre l'apparition d'une proportion importante de sexupares aptères et de mâles; à cette date, elle était sensiblement la même que celle du début de septembre 1948 ; le retard qui en est résulté n'a été que de 15 jours pour les mâles et de 41 jours pour les femelles; cela s'explique par les différences de seuils de température permettant la production des mâles et des femelles. Les températures moyennes de 24 et 23° 5 ont permis la naissance des mâles mais ont inhibé celle des femelles; ces dernières n'ont pu apparaître que lorsque la température moyenne est descendue à 20° 5.

Nous avons fait remarquer (tableau LXXXVIII) que les mâles apparaissaient plus précocement que les femelles à l'automne et plus tardivement au printemps; la température intervient certainement pour une part dans ce phénomène.

3° Expériences réalisées avec la lignée 1945. — Nous avons procédé à partir de l'automne 1946, à une expérience portant sur l'action combinée de la température, de la lumière et de l'alimentation sur l'apparition des sexués. Tous les Pucerons provenaient de la ignée 1945; 1 aptère a produit à partir du 1er octobre 1946, 28 virginipares aptères et 3 mâles. Il était donc vraisemblable qu'un certain nombre d'individus sexués, mâles ou femelles, apparaîtraient dans les générations suivantes.

Les 20 virginipares aptères derniers-nés furent donc élevés individuellement sur des feuilles de Chou pendant les 5 premières générations, puis par groupes de 3 pour les 5 suivantes sous diverses conditions de température, de lumière et d'alimentation; les expériences furent arrêtées le 16 mai 1947. Les géniteurs étaient aptères dans tous les cas.

Les expériences portant sur la température comprenaient trois lots, chaque lot étant constitué par 3 à 5 cages. Le premier était mis dans une étuve à 16°, le second était placé près de la fenêtre du laboratoire (température moyenne 18°) et le troisième dans une étuve à 24°. La mortalité a été considérable aussi bien dans l'étuve à 16° que dans celle à 24°.

Tableau CXIII

Influence de la température sur la production des formes sexuées (lignée 1945).

N° de la géné ration	Nombre de mères	Dates début et fin d'expérience	Température											
			Etuve 16°				Salle 18°-20°				Etuve 24°			
			A	L	M	F	A	L	M	F	A	L	M	F
							28	0	3	0				
1	3	22/10-16/11	12	0	0	0	47	2	3	0	15	0	0	0
2	3	7/11-6/12	21	0	0	1	37	0	0	0	72	0	0	0
3	5	29/11-3/1	21	0	0	0	106	1	0	0	139	0	0	0
4	4	18/12-14/1	23	1	0	0	159	1	0	0	12	0	0	0
5	4	14/1-6/2	9	0	0	0	32	0	0	0	14	0	0	0
6	9	4/2-4/3	10	0	0	0	118	1	0	0	12	0	0	0
7	9	2/3-4/4	10	0	0	0	176	8	0	0	11	0	0	0
8	9	29/3-19/4	11	0	0	0	171	0	0	0	12	0	0	0
9	9	16/4-5/5	12	0	0	0	170	11	0	0	10	0	0	0
10-11	9	3/5-16/5	10	0	0	0	238	2	0	0	13	0	0	â
		Total	139	1	0	1	1282	26	6	0	310	0	0	0
		% sexués	0,7				0,46				0			

L'examen de ce tableau permet de constater que la proportion des sexués n'a pas été en augmentant au cours des générations successives. A la température de 24°, il n'a été obtenu aucune forme sexuée, ce qui confirme les résultats mentionnés précédemment. La température relativement basse de 16° n'a pas favorisé la production des sexués puisqu'il n'a été obtenu qu'une femelle sexuée.

B. — Myzus persicæ.

Des Pucerons provenant de la 7e génération du lot élevé à la lumière permanente ont été transférés dès la mue imaginale (3 mars 1948) dans une étuve vitrée réglée à la température constante de 25°.

Des mâles ont été notés dans la 6e génération à la lumière permanente, mais il n'en fut plus trouvé aux générations suivantes.

Il semblait donc des plus probables qu'aucun mâle n'apparaîtrait dans ces élevages à 25°. Or, des mâles furent observés au cours des 3 premières générations et dans une proportion importante.

Tableau CXIV

Elevages à la température constante de 25° d'aptères et d'ailés provenant du lot à la lumière permanente (7e génération).

Génération	Nature du géniteur	Composition de la descendance			Génération	Nature du géniteur	Composition de la descendance		
		A	SL	M			A	SL	M
1re.......	Aptère. Ailé.	18 24	5	6	3e	Ailé.	28		12
2e	Aptère.	17		2	4e	Aptère.	44		

Les mâles sont donc encore apparus à la 3e génération alors qu'ils avaient complètement disparu pour *B. brassicæ*. Par contre, les sexupares ailés ne sont plus trouvés dès la seconde génération.

Dans certains cas, cependant, une température de 22° peut inhiber complètement la reproduction sexuée. Cinq sexupares ailés provenant de la lignée 1948 ont été élevés à la lumière naturelle et à la température du laboratoire; ils ont engendré, entre le 5 et le 29 mars 1949, 2 femelles, 24 aptères 13 ailés et 3 sexupares ailés; les Pucerons aptères, adultes le 24 mars, ont été élevés individuellement sous trois conditions différentes : à la température du laboratoire (moyenne 18°) et à la lumière naturelle, à la température du laboratoire et à la lumière permanente (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle), et dans une étuve à 22°. Il a été obtenu :

A la lumière naturelle : 4 SL. 67 M;

A la lumière permanente : 5 A. 11 L. 7 SL. 112 M;

A l'étuve 22° : 55 A.

La lumière permanente a permis la production d'un petit nombre de virginipares aptères et ailés mais la proportion de sexupares ailés et de mâles a été très élevée; par contre, il n'a été obtenu à l'étuve à 22° que des aptères; 6 d'entre eux élevés à la lumière naturelle n'ont engendré que des aptères dans leur descendance et arrière-descendance.

Les deux expériences ont été réalisées dans des conditions sensiblement analogues; elles ont porté toutes les deux sur des lignées provenant de fondatrices écloses au printemps de l'année précédant l'expérience. Ceci montre qu'il peut exister d'assez grandes variations individuelles dans la sensibilité des Pucerons aux températures susceptibles d'inhiber la reproduction sexuée.

Nous pouvons donc conclure de ces expériences que la production des sexupares ailés de *M. persicæ* est inhibée beaucoup plus facilement que celle des mâles par une température élevée. Contrairement à ce que nous avons observé avec *B. brassicæ*, une température constante de 25° est parfois incapable d'empêcher l'apparition des mâles, même si elle agit sur 3 générations consécutives.

La remarque formulée page 276, relative à l'apparition tardive des sexupares et des sexués de *B. brassicæ* à l'automne 1949 s'est vérifiée pour *M. persicæ*.

En 1948, il a été noté à la 3e génération (mues imaginales du 11 septembre au 8 octobre), 1,8 p. cent de sexupares ailés et à la génération suivante (adultes du 4 au 26 octobre) 93 p. cent de sexués dont 84 p. cent de mâles. En 1949, les sexupares ailés n'ont été notés qu'à partir du 23 septembre dans la descendance de fondatrices écloses au printemps de l'année 1949.

Les sexupares ailés et les mâles ont été très nombreux sur les Pêchers à l'automne 1948; ils ont été très rares sur ces mêmes arbres en 1949. Il a été dénombré le 13 octobre 1948, pour 100 feuilles de Pêcher, une moyenne de 105 sexupares, 1,2 femelle sexuée et 0,6 mâle, et le 18 octobre 1949, seulement 2,1 sexupares.

C. — Sappaphis plantaginea.

Nous avons élevé des *S. plantaginea* sur des feuilles de Plantain pendant tout l'été à la lumière naturelle et à la température du laboratoire et nous n'avons obtenu que des virginipares aptères. Le 7 septembre, nous avons constitué des cages comprenant chacune 10 virginipares qui ont été élevés sous différentes conditions de température et d'éclairage. La composition détaillée des générations du lot élevé à la lumière naturelle et à la température du laboratoire est mentionnée dans le tableau CIV. La température moyenne a été de 20° pendant le mois de septembre, de 18° 5 en octobre et de 17° 5 en novembre.

Deux autres lots ont été élevés dans des étuves vitrées réglées aux températures de 24° et de 22°. Ces Pucerons ont supporté difficilement la température de 24° et bien que l'expérience ait porté sur plus d'une centaine d'adultes, seulement une vingtaine de leurs descendants, qui étaient tous des virginipares aptères, ont pu devenir adultes. A la température de 22°, la mortalité a été la même que celle notée dans les élevages faits à la température du laboratoire.

Les résultats globaux ont été les suivants, les chiffres entre parenthèses indiquant les dates des première et dernière mues imaginales pour chaque génération.

Génération	Elevage au laboratoire	Elevage étuve 22°
1re	(17/ 9-18/10) 212 A-119 SL- 2 M	(17/ 9-14/10) 144 A
2e	(30/ 9- 3/11) 17 A- 56 SL-45 M	(30/ 9-15/10) 56 A
3e	(17/10-22/11) 13 A- 54 SL-39 M	(12/10- 5/11) 121 A- 1 L- 1 M
4e	(3/11- 6/12) 15 A- 44 SL-37 M	(31/10-25/11) 140 A-24 SL-12 M

La température de 22° est par conséquent incapable d'inhiber l'apparition des sexupares ailés et des mâles mais elle augmente fortement la proportion des virginipares ou sexupares aptères.

Six aptères de la 1re génération, dont tout le développement larvaire s'était effectué dans l'étuve à 22°, ont été élevés individuellement dès la mue imaginale (4 octobre) à la lumière naturelle et à la température du laboratoire (moyenne 19°) ; ils ont engendré respectivement 37 aptères, 25 aptères, 13 aptères, 26 aptères et 6 sexupares ailés, 16 aptères et 3 sexupares ailés, 6 aptères et 5 sexupares ailés ; les premiers sexupares ailés sont nés le 10 octobre soit le 7e jour après le début de l'expérience. A la génération suivante, qui a été élevée dans les mêmes conditions que la précédente, il a été dénombré 51 aptères, 41 sexupares ailés et 2 mâles.

D. — Conclusions.

B. brassicæ. — 1° Une température constante de 25° ou de 24° (expériences non mentionnées) inhibe d'une manière complète l'apparition des mâles et des femelles à toute époque de l'année ;

2° A une température moyenne de 18 à 20° et à la lumière naturelle, les mâles naissent au laboratoire depuis les premiers jours de septembre jusqu'au début de juin ;

3° Dans les mêmes conditions de milieu, les femelles apparaissent en automne un peu plus tardivement que les mâles (3 générations après celle où sont apparus les premiers mâles en 1947, une seule en 1948) ;

4° En plein air les femelles sexuées apparaissent en même temps que les mâles ; les uns et les autres sont nés à partir du 26 août 1947 (température moyenne de la dernière décade d'août : 19° 4) ;

5° La température constante de 22° inhibe l'apparition des femelles et non celle des mâles ; les mâles peuvent être produits à une température supérieure à 22° mais inférieure à 24-25° ;

6° Une lignée élevée à la température de 25° pendant 9 générations consécutives peut engendrer des formes sexuées dès qu'elle est placée dans des conditions de milieu favorables à la production de ces dernières ;

7° Le remplacement, pour la totalité des Pucerons en expérience, de la reproduction sexuée par la reproduction parthénogénétique, s'obtient par le transfert des insectes de la température de 18-20° à la température de 25° en 20 jours et 2 générations ;

8° Avec des pucerons élevés à 25° depuis au moins 4 générations, les sexués peuvent être obtenus en transportant de jeunes adultes à la température de 18-20° ; les mâles apparaissent à la seconde génération et après 22 jours et les femelles à la première génération le 20e jour.

9° La nature de la reproduction peut donc se modifier, dans un sens ou dans l'autre, sensiblement dans le même temps ;

10° Il résulte de ces différentes remarques que, théoriquement, les descendants d'une fondatrice éclose au printemps devraient pouvoir, à tout moment de l'année, donner naissance à des sexués si les conditions d'éclairement et de température énumérées précédemment sont satisfaites.

M. persicæ. — Les résultats obtenus sont tout différents de ceux fournis par *B. brassicæ;* une température de 25° inhibe en une génération la production des ailés sexupares mais est parfois incapable d'empêcher l'apparition des mâles, même après 3 générations ; cependant, une température constante de 22° peut, dans certains cas, remplacer complètement la reproduction sexuée par la reproduction parthénogénétique.

S. plantaginea. — Les sexupares ailés et les mâles de *S. plantaginea* peuvent naître lorsque la température moyenne est inférieure ou égale à 20°. Une température constante de 22° inhibe partiellement

l'apparition des sexupares ailés et des mâles ; des Pucerons, dont tout le développement larvaire s'est effectué à la température de 22°, élevés dès la mue imaginale à une température moyenne de 19°, engendrent des sexupares ailés le 7e jour de reproduction.

Les seuils de température permettant l'apparition des sexupares ailés et des mâles sont par conséquent inférieurs ou égaux à 20° pour les trois espèces étudiées. Une température constante de 22° inhibe la production des femelles de *B. brassicæ* et des sexupares ailés de *M. persicæ* mais non celle des sexupares ailés de *S. plantaginea.*

Les mâles de *M. persicæ* peuvent apparaître dans quelques cas à une température constante de 25° alors que les mâles de *B. brassicæ* ne naissent qu'à des températures constantes inférieures à 24-25°. Il existe donc, à ce point de vue, de grandes différences suivant les espèces.

XV. — LUMIÈRE

Jackson (1922) a signalé la présence en Écosse d'œufs de plusieurs espèces d'Aphides dès le début de septembre ; les mâles et les femelles ovipares de ces espèces se sont par conséquent développés dans le courant du mois d'août ; la température moyenne des mois de juillet et août étant sensiblement la même, l'action de la température ne pouvait être invoquée pour expliquer le développement des formes sexuées ; par contre, les mois de juillet et d'août diffèrent notablement entre eux par la longueur moyenne du jour (17 h en juillet et 15 h en août).

R. H. Smith (1923) a fait aux Etats-Unis les mêmes remarques avec *Anuraphis bakeri ;* les sexupares sont trouvés seulement à partir du 21 août et sont nombreux vers le 2 septembre ; or, la température moyenne du mois d'août est la même que celle du mois de juillet (69° F) et inférieure de 4° 5 F à la température moyenne du mois de juin. Smith en conclut que ce ne sont pas les changements de température qui stimulent l'apparition des sexués.

L'étude expérimentale de l'action de la lumière sur l'apparition des formes sexuées a été réalisée pour la première fois par Marcovitch (1924).

Marcovitch a exposé différentes plantes porteuses de Pucerons à la lumière naturelle pendant 7 h 30 à 8 h par jour ; de 17 h jusqu'au lendemain à 9 h 30, les pots étaient placés dans une chambre noire.

Les fondatrices d'un Puceron nuisible au Fraisier (*Aphis forbesi* Weed.) et leurs descendants furent soumis à ce traitement dès l'éclosion des œufs d'hiver (16 au 23 février) ; les premières femelles ovipares apparurent le 7 mai et les premiers œufs furent pondus le 22 mai.

Les plantes-hôtes primaires et secondaires d'*Aphis fabæ* Scop. furent soumises à un éclairement de 7 h 30 par jour ; les femelles ovipares atteignirent leur maturité le 20 juin, c'est-à-dire au moment

où les journées sont les plus chaudes de l'année ; dans la région où furent réalisés les essais, les sexués se trouvent normalement dans le courant de la deuxième quinzaine du mois d'octobre. Des résultats analogues ont été obtenus avec *Capitophorus hippophoes* Koch ; les premiers mâles ont été observés le 2 juin alors qu'ils apparaissent normalement à la fin du mois d'octobre. En soumettant des pieds de *Plantago lanceolata* porteurs de migrants d'*Aphis sorbi* Kalt, à un éclairage réduit, des formes ailées (vraisemblablement des sexupares) ont été notées le 6 juin.

Marcovitch a pu réaliser l'expérience inverse ; en augmentant la durée de l'éclairement avec une lumière artificielle, il a pu retarder l'apparition des formes sexuées. Des fraisiers cultivés en plein air et porteurs d'*A. forbesi* furent éclairés à dater du 4 septembre pendant 15 h par jour avec une lampe ordinaire de 60 watts disposée à 0,60 m au-dessus des plantes : le 16 octobre, alors que des femelles ovipares se trouvaient sur les pieds témoins, les plants illuminés ne portaient que des vivipares : le 3 décembre, il n'était encore trouvé sur ces pieds que des virginipares. Par contre, des femelles ovipares apparurent le 4 janvier ; selon Marcovitch (1925) l'apparition des sexués serait en relation avec la basse température moyenne de la première quinzaine de décembre (4° 4 C) et peut-être avec la température minimum (— 6° 7 C le 15 décembre).

Shull (1926, 1930) a soumis *Macrosiphum solanifolii* Ashm., élevé sur Pomme de terre, à différentes combinaisons de lumière (uniquement artificielle) et de températures. Il a opéré pendant les mois de janvier et février, c'est-à-dire à un moment où les femelles ailées donnent presque exclusivement des descendants sexués. A des températures supérieures à 24°, la proportion de virginipares par rapport au nombre total de Pucerons (virginipares et sexués) était, avec un éclairage de 8 h, légèrement inférieur à celui obtenu avec un éclairage permanent, mais toujours assez élevé (à 26°, 34,5 p. cent de parthénogénétiques à 8 h d'éclairage contre 45,6 p. cent avec un éclairage continu).

Aux températures inférieures à 24°, le pourcentage d'individus parthénogénétiques est très faible dans les deux cas, mais il est nettement plus réduit dans le lot recevant un éclairage quotidien de 8 h. C'est ainsi qu'à 18°, il y a 2,1 p. cent de Pucerons parthénogénétiques avec 8 h de lumière contre 3 p. cent avec la lumière permanente, et, à 20°, respectivement 0 p. cent et 3,4 p. cent.

Les travaux de Davidson (1929) ont confirmé ceux de Marcovitch ; cet auteur a élevé des lignées d'*Aphis fabæ* Scop. sous différentes conditions de lumière ; la lignée ne recevant que 8 h d'éclairage naturel par jour a donné naissance à des sexupares dès le 29 juin.

Wadley (1931) a élevé *Toxoptera graminum* Rond. pendant une année complète dans une serre où la température moyenne a très peu varié (24° en juin et juillet, et 20° 5 en décembre et janvier).

Cependant, le pourcentage d'ailés et celui des sexués ont été très différents suivant la période de l'année ; il existe une corrélation très nette entre la réduction de la fécondité journalière, l'augmentation du pourcentage d'ailés et de sexués d'une part, et la diminution de la longueur du jour d'autre part.

Wilson (1938) a effectué une série d'expériences en opérant uniquement avec la lumière fournie par une lampe de 100 watts ; ses essais ont été réalisés avec *Aphis chloris* Koch élevé sur des rameaux coupés d'*Hypericum perforatum* changés deux fois par semaine. A la température constante de 21°, il fut obtenu avec une lumière de 7 h par jour, quelques femelles ovipares dès la 2e génération ; la 3e génération ne comprenait que des femelles ovipares. Dans le lot placé à l'obscurité permanente, il fut suivi 31 générations composées uniquement de virginipares dont quelques ailés. Enfin, 42 générations successives comprenant seulement des virginipares aptères furent obtenues dans le lot soumis à un éclairage permanent.

A. — Brevicoryne brassicæ.

1° Élevage à la lumière naturelle et à la température du laboratoire. — Les résultats de divers élevages faits à l'automne et au printemps avec les lignées 1947, 1948 et 1949 ont été indiqués pages 213, 257 et 258 ; ils peuvent être résumés comme suit : (p. 217).

a) En plein air, les premiers sexupares aptères sont nés vers le 5 août (durée du jour : 15 h), les mâles et les femelles, le 25 août (durée du jour : 13 h 45) ;

b) Au laboratoire, la naissance des mâles a débuté lorsque la phase diurne était de 13 h 30 à l'automne et de 16 h à la fin du printemps ; leurs mères (sexupares aptères) sont nées quand la durée du jour était de 14 h 30 à l'automne et de 15 h 30 au printemps.

Les femelles sont nées lorsque la durée du jour était de 12 h 30 à l'automne et de 14 h 30 au printemps et leurs mères (sexupares aptères) de 13 h 30 à l'automne et de 13 h 30 au printemps.

Afin d'établir la relation existant entre la production des sexués et la durée du jour, il a été reporté sur la figure 75 les pourcentages de sexués et le rapport M/M + F obtenus dans les divers élevages. On voit que 100 p. cent de sexués, ou un chiffre très voisin, sont obtenus à deux époques de l'année : à la mi-octobre et à la seconde décade de mars. Au cours de l'hiver le pourcentage de sexués est important, mais généralement inférieur à 50 p. cent. Un point intéressant à noter est que la lignée 1947 qui a donné, à l'automne 1947, 60 p. cent de sexués au maximum, a engendré 76 et 81 p. cent de sexués en février (11e et 12e générations) 76 et 100 p. cent de sexués en mars (13e et 14e générations). Ceci montre que la nourriture fournie par les feuilles de Chou à l'automne ne constitue pas un facteur favorisant la production des sexués.

Les pourcentages maxima de sexués ont été obtenus avec des Pucerons nés à la fin du mois de septembre ou au début d'octobre et durant la première décade de mars, c'est-à-dire au moment où la

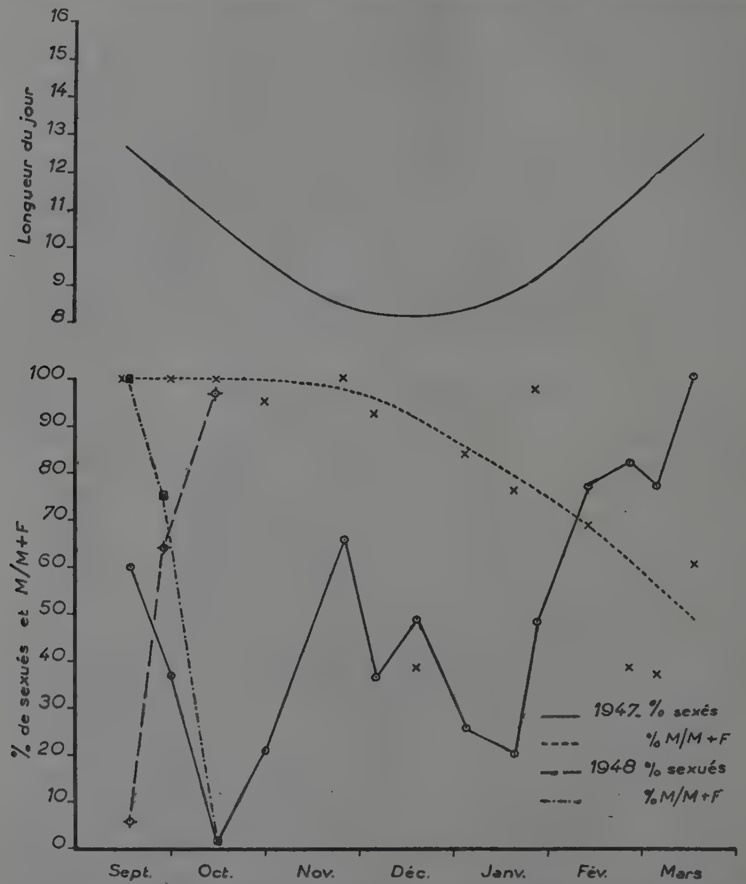


FIG. 75. — *B. brassicæ*. Relation entre la phase diurne et la production des formes sexuées.

durée du jour était respectivement de 11 h 30 à 11 h et de 11 h à 11 h 30. Il y a là une coïncidence extrêmement nette.

Le rapport M/M + F a varié d'une manière considérable ; l'examen du graphique montre qu'il est en corrélation négative avec le pourcentage des sexués ; en d'autres termes, les conditions écologiques permettant la production du pourcentage maximum de sexués sont également celles qui sont les plus favorables à la production des femelles ; ceci est corroboré par le fait qu'au laboratoire les mâles

apparaissent en automne avant les femelles sexuées et qu'ils naissent encore à la fin du printemps, alors que les femelles ont cessé d'apparaître depuis plusieurs jours et même fréquemment depuis plusieurs semaines.

2° Influence de la lumière permanente. — Ces essais ont été faits avec la descendance d'un sexupare aptère de la lignée 1947 récolté en plein air le 4 septembre 1947.

Ce Puceron a produit 10 aptères et 18 mâles ; 3 aptères ont été élevés à la lumière normale et à la température du laboratoire (18°-20°) pendant tout l'automne et l'hiver ainsi que pendant le printemps 1948 ; la composition de leur descendance est indiquée dans le tableau LXXXV.

Six autres aptères ont été utilisés pour l'étude de l'action de la lumière ; 3 lots de 2 Pucerons ont été constitués comme suit :

1° Lumière naturelle (témoin) ;

2° Lumière permanente obtenue par la lumière naturelle pendant le jour et, la nuit, par une lampe à fluorescence, dite « lumière du jour » donnant un éclairement de 1 150 lumens, placée à 30 cm au-dessus des cages ;

3° Lumière naturelle réduite à 7 h 30 par jour (une grande boîte en carton était placée sur les cages à 17 h et enlevée à 9 h 30 du matin).

Ces différents lots ont été élevés côte à côte et individuellement pendant plusieurs générations à la température du laboratoire.

TABLEAU CXV

Influence comparée de la lumière naturelle et de la lumière permanente sur la production des formes sexuées.

Génération	Dates de première et dernière naissance	Lumière naturelle					Lumière permanente				
		A	L et SL	M	F	% sexués	A	L et SL	M	F	% sexués
1re	15/9 au 1/10 1947	27	0	13	1	34,1	4	0	11	4	13,7
2e	1 au 20/10	110	58	0	0	0	14	1	11	2	46,4
3e	22/10 au 19/11	42	4	13	0	22,0	110	23	8	0	5,6
4e	6/11 au 13/12	10	5	19	44	80,7	67	39	13	0	11,2
5e	14/11 au 19/12	44	7	14	14	35,4	39	3	3	0	13,3
6e	1/12 au 31/12	158	4	8	0	5,0	52	10	14	0	18,4
7e	22/12 au 9/1 1948	61	6	72	8	54,4	16	1	2	0	10,5
8e	9/1 au 7/2	33	2	39	15	60,6	18	0	1	0	5,2
9e	2/2 au 12/3	143	6	3	8	6,8	51	3	14	0	20,5
10e	16/2 au 19/3	5	0	60	45	95,4	199	2	0	0	0
11e	1/3 au 6/4						128	0	23	0	15,2

Dans le lot ne recevant que 7 h 30 de lumière par jour, il n'a été obtenu que 3 aptères à la 1re génération, 15 aptères à la 2e, 3 mâles et 19 femelles sexuées à la 3e.

Les résultats obtenus par ces élevages sont assez irréguliers ; ils montrent cependant que la lumière permanente inhibe partiellement l'apparition des mâles mais arrête totalement celle des femelles en 2 générations dans la descendance des sexupares aptères ; la lumière

naturelle n'a entraîné l'évolution presque complète vers la reproduction sexuée qu'à la 10e génération.

Cependant, dans une lignée de même origine et élevée individuellement dans 3 cages à la lumière naturelle, il a été obtenu à la 1re génération, 23 aptères et 4 ailés, à la 2e, 94 aptères et 47 ailés et à la 3e, 38 mâles et aucun virginipare.

Les ailés obtenus à la 1re et à la 2e générations dans l'élevage à la lumière naturelle n'ont engendré que des aptères.

Cinq ailés obtenus à la 3e génération dans le lot soumis à un éclairage permanent, élevés eux-mêmes à la lumière permanente ont produit au total 115 aptères, 1 ailé et 5 femelles sexuées ; 2 de ces aptères ont engendré 17 aptères et 19 ailés mais aucun sexué.

L'expérience a été reprise en janvier 1948, sur des Pucerons aptères, obtenus dans la 9e génération de la lignée élevée à la lumière naturelle et au laboratoire depuis le 4 septembre 1947. Ces Pucerons ont été transférés, dès la mue imaginale, dans des cages éclairées d'une manière permanente, le jour, par la lumière naturelle, et la nuit, par une lampe à fluorescence de la même manière que dans l'expérience précédente.

TABLEAU CXVI

Influence de la lumière permanente sur l'inhibition de la reproduction sexuée.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Lumière naturelle						Lumière permanente					
		A	L ou I	M	F	% sexués	% M / M + F	A	L ou I	M	F	% sexués	% M / M + F
9e	3/1 au 4/2	149	0	26	8	20,3	76,4						
10e	15/1 au 7/2	39	0	34	2	48,0	93,8	33	0	67	31	74,8	68,3
11e	4/2 au 18/2	21	0	48	22	76,9	68,5	110	0	45	0	29,0	100
12e	20/2 au 5/3	11	0	19	30	81,6	38,7	123	0	0	0	0	0
13e	1/3 au 20/3	14	0	17	29	76,6	36,9	203	3 I 2 L	2	0	0,9	100
14e	12/3 au 12/4	0	0	69	46	100	60	196	4	0	0	0	0
15e	30/3 au 22/4	11	0	0	0	0	0	228	3	0	0	0	0
16e	17/4 au 10/5	70	0	13	0	15,6	100	48	5	24	0	13,5	100
17e	5/5 au 22/5	22	0	0	0	0	0	160	19	0	0	0	0
18e	22/5 au 8/6	15	6 L	1	0	4,3	100	174	5	5	0	2,72	100

(1) Souche provenant de l'élevage à la lumière permanente mis à la lumière naturelle depuis le 25 février.

Leurs descendants soumis à un éclairage permanent dès leur naissance ont constitué la 1re génération de l'expérience, correspondant à la 10e du lot éclairé uniquement par la lumière naturelle. Le tableau ci-dessus indique les résultats globaux obtenus dans les élevages faits comparativement à la lumière naturelle (tableau LXXXV) et les données fournies par les élevages individuels faits à la lumière permanente pour la même génération.

Dans cette expérience, la lumière permanente a donc totalement inhibé en une génération la production des femelles ainsi que celle des sexupares ailés.

Il est apparu, dans les générations suivantes, un petit nombre de mâles de façon irrégulière. Bien que cette expérience ait été faite dans les mêmes conditions de température et d'éclairage que la précédente, la lumière permanente a eu une action beaucoup plus marquée dans ce cas que pour la première expérience.

La première lignée a été constituée avec un aptère prélevé dans un élevage individuel conduit sous la lumière naturelle (9e génération) ; il a donné 43 aptères et 4 mâles. Un de ces aptères élevé à la lumière artificielle, a produit 39 descendants : 15 aptères, 5 mâles et 19 larves qui ne sont pas parvenues à l'état adulte. La composition détaillée de la descendance est indiquée dans le tableau ci-dessous. Les larves ont reçu un numéro d'après l'ordre de leur naissance et celles ayant les nos 10, 11, 38 et 39 ont été élevées individuellement ; la nature de leur descendance est indiquée également dans ce tableau (2e génération).

TABLEAU CXVII

Influence de la date de naissance sur la production des formes sexuées.

1re génération			2e génération					
No d'ordre	Dates de naissance	Nature	Géniteur No d'ordre	Dates de naissance	Nature	Géniteur No d'ordre	Dates de naissance	Nature
1-5	8 jan.	3 l 2 A	10	28 jan.	1 l 5 A	11	28 jan.	3 l 2 A
6-11	9	2 l 4 A	né le	29	1 A	né le	29	1 A
12-13	10	2 l	9 janv.	30-31	6 l	9 janv.	30-31	2 l 1 A
14-17	11-12	4 l		1-2 fév	4 l 3 M		1-2 fév	8 l 2 A
18-21	13	4 l		3	1 l 5 M		3	1 l 3 M
22-24	14	3 A		4-5	2 l 3 M		4-5	1 l 4 M
25-29	15	1 l 1 A 3 M		6	1 M		6	1 l
30-32	16	1 l 2 A		7-9	5 M		7-9	2 l 2 M
33-34	17	1 l 1 M		10-11	1 l 1 M			
35-36	18-19	1 A 1 M						
37-39	20-22	1 l 2 A						
		19 l 15 A 5 M			15 l 6 A 18 M			18 l 6 A 9 M

Les Pucerons nos 38 et 39 élevés dans les mêmes conditions que les nos 10 et 11 ont produit respectivement 34 et 47 aptères ; la reproduction sexuée a donc fait complètement place à la reproduction parthénogénétique. Il a suffi, pour cela, d'un éclairage artificiel appliqué à partir du 7 janvier et à une température moyenne de 20°, sur un Puceron venant de subir la mue imaginale, pour obtenir à partir du 3 février des aptères n'engendrant plus que des individus parthénogénétiques. Mais l'examen de la composition de la 1re génération montre un fait anormal. Nous avons fait remarquer précédemment que, dans une lignée comportant des individus parthénogénétiques et sexués, les Pucerons parthénogénétiques apparaissaient en premier, puis les femelles et enfin les mâles ; à partir de la fin du mois de décembre, il a rarement été constaté avec un éclairage normal la production de Pucerons parthénogénétiques après des mâles. Il

n'en est pas de même ici où, 9 jours après le début de l'expérience, il apparaît des aptères après des mâles et, 4 jours plus tard, des aptères qui n'engendrent que des individus parthénogénétiques. Il est à remarquer cependant qu'il n'existe pas non plus ici une très grande régularité dans la sensibilité des Pucerons à la lumière puisque les Pucerons n°s 10 et 11 n'ont produit en dernier que des mâles et aucun individu parthénogénétique.

La seconde lignée suivie en détail comprenait en 10e génération (1re génération pour l'expérience) : 12 larves, 5 aptères et 22 mâles ; un de ces aptères (8e larve produite par la mère) engendra 53 descendants dont 17 aptères et 18 mâles (ces derniers tous produits en dernier). Les larves n°s 14, 15, 16 et 17 étaient aptères alors que les suivantes étaient des mâles : ces larves ne produisirent que des virginipares aptères.

Nous pouvons donc conclure de ces faits qu'à partir du mois de janvier, la lumière permanente inhibe très rapidement la reproduction sexuée ; appliquée à un Puceron venant de devenir adulte, elle peut entraîner, à la température moyenne de 20°, un retour partiel à la reproduction parthénogénétique à la fin de la période de reproduction de ce dernier, soit 9 à 10 jours après le début de l'expérience, et dans certains cas, 100 p. cent d'individus parthénogénétiques en 2 générations et 27 jours après le début de l'expérience.

Afin de voir si la lumière permanente provoquait une régression définitive, ou seulement temporaire, de la reproduction sexuée, nous avons opéré de la même manière que celle qui a été indiquée au tableau CXII et relative à l'action d'une température constante de 25°.

La première expérience a été faite avec 4 aptères prélevés dans la 12e génération de l'expérience mentionnée au tableau CXII, c'est-à-dire élevés depuis 3 générations dans ces conditions. Dès la mue imaginale, ces Pucerons ont été élevés individuellement sur des feuilles coupées et n'ont plus reçu, ainsi que leur descendance, que la lumière naturelle.

A la 13e génération, 2 Pucerons produisirent 35 aptères et 21 aptères, et les 2 autres, 45 aptères et 10 mâles, 48 aptères et 2 mâles.

Six virginipares, sœurs des 4 précédents, élevés à la lumière permanente ont donné : 47 aptères et 1 intermédiaire, 52 aptères et 1 intermédiaire, 37 aptères et 1 ailé, 24 aptères et 1 intermédiaire, 25 aptères, 18 aptères, 1 ailé et 2 mâles.

Ces résultats nous permettent de dire que la lumière naturelle d'une durée de 11 h 30 appliquée à des Pucerons qui se sont développés jusqu'à la mue imaginale à la lumière permanente (et dont la mère, la grand'mère et l'arrière grand'mère ont effectué tout leur développement à la lumière permanente) a augmenté dans une proportion notable la proportion de mâles dans la descendance directe de ces Pucerons ; cela revient à dire qu'à une température moyenne de 20°, la lumière suffit à amener les ovaires des Pucerons soumis à l'expérience

à produire des sexués en une douzaine de jours. Cette évolution vers la reproduction sexuée n'était pas totale car il a été noté, ainsi d'ailleurs qu'à la génération suivante, la production de Pucerons aptères en mélange avec ces mâles ; or, à cette époque de l'année (mars), dans la lignée élevée continuellement à la lumière naturelle, les sexupares aptères ont produit exclusivement des mâles à la fin de la période de reproduction.

TABLEAU CXVIII

Composition de la descendance d'une lignée élevée depuis plusieurs générations à la lumière continue et transférée à la lumière naturelle.

Générations Dates première et dernière mues imaginales	Lumière permanente	Témoin Lumière naturelle	Lots transférés à la lumière naturelle Composition globale			
12e génér. 20/2-5/3 % sexués	0	81,6				
13e génér. 1/3-20/3 % sexués	0,9	76,6	149 A 12 M 7,45			
14e génér. 12/3-21/4 % sexués	0	100	9 A 49 M 29 F 89,6			
15e génér. 30/3-22/4 % sexués	0	0		136 A 0		
16e génér. 17/4-21/5 % sexués	13,5	15,6		22 A 11 M 3 F 38,8	216 A 0	
17e génér. 5/5-27/5 % sexués	0	0		2 A 13 M 86,6	32 A 11 M 25,5	69 A 14 L 0
18e génér. 19/5-5/6 % sexués	2,72				34 A 2 L 5 M 12,2	
19e génér. 8/6-16/6 % sexués	0				61 A 0	
20e génér. % sexués					43 A 0	

Cette expérience a été renouvelée avec des Pucerons des 14e, 15e, 16e générations et les résultats obtenus ont été un peu différents ; les mâles ne sont apparus qu'à la seconde génération pour les 14e et 15e générations. Cela tient certainement, pour une grande part, à ce que la durée de l'éclairage augmentait progressivement et s'éloignait de la durée optimum pour la production des sexués. Il a cependant été obtenu 2,72 p. cent de sexués à la 18e génération du lot à la lumière permanente.

Nous remarquons également que les femelles sexuées apparaissent seulement à la 2e génération, même lorsque l'expérience a été faite

avec des Pucerons de la 12e génération ; il n'a pas été obtenu de femelle avec l'essai fait avec les Pucerons de la 15e génération. Ces femelles apparaissent cependant au même moment que les mâles car elles sont produites en premier par les aptères de la 2e génération alors que les mâles ne naissent qu'à la fin de la période de reproduction de la 1re génération.

3° Influence de la lumière de durée et d'intensité différentes sur la production des formes sexuées. — Les expériences précédentes ont montré que la naissance des sexués commence dans les élevages faits au laboratoire lorsque la lumière naturelle a une durée inférieure à 13 h 30 ; au printemps, les naissances des mâles peuvent se poursuivre jusqu'au moment où la longueur du jour est de 15 h 30 et celle des femelles lorsqu'elle n'est que de 14 h 30.

L'expérience suivante a été réalisée afin de préciser le rôle que pouvaient jouer la lumière naturelle d'une durée de 12, 10 et 8 h, l'obscurité permanente et un éclairage artificiel fourni par une ou deux lampes fluorescentes de 1 150 lumens allumées pendant 13 h par jour. Les aptères ont été prélevés le 25 mai 1949 dans la 6e génération de la lignée 1949 élevée à la lumière naturelle (lot B, tabl. CXXXIX) et élevés ainsi que leur descendance sous les diverses conditions d'éclairage énumérées ci-dessus.

TABLEAU CXIX

Influence de la lumière de durée et d'intensité différentes sur la production des sexués.

Conditions expérimentales	1re génération		2e génération	
		% sexués		% sexués
Lumière naturelle (moy. 16 h.)	524 A 11 L 3 M	0,5	355 A 3 L 4 M	1,1
Lumière naturelle 12 h.	331 A 17 L 2 M	0,6	16 A 48 M 60 F	87,0
Lumière naturelle 10 h.	276 A 8 L 1 M 1 F	0,6	8 A 27 M 32 F	88,0
Obscurité permanente	93 A 2 L 1 M	1,0	20 A	0
Lumière électr. 13 h. 1 lampe	136 A	0	26 A 1 L 41 M 32 F	73
Lumière électr. 13 h. 2 lampes.	247 A 2 L 1 M	0,4	33 A 42 M 71 F	77,3

Nous pouvons conclure de cette expérience qu'il n'existe pas de différences significatives dans le pourcentage des sexués des lots recevant un éclairage naturel d'une durée de 10 ou 12 h ou un éclairage artificiel de 13 h par jour.

L'éclairement fourni par 1 ou 2 lampes d'une puissance de 1 150 lumens chacune ne provoque pas non plus d'écart important dans la proportion des sexués ; il y a eu deux fois plus de femelles sexuées dans le lot éclairé par 2 lampes que dans celui éclairé par une seule lampe. Il n'a été obtenu qu'une femelle à la 1re génération ; elle a été engendrée le 13 juin, c'est-à-dire tout à fait à la fin de la période de reproduction et 20 jours après le début de l'expérience. Dans le même lot, les femelles sont nées à la génération suivante, le 11 juin, et les premiers mâles sont apparus le 16 juin.

A la température moyenne de 21°, la réduction de la lumière a donc entraîné l'apparition des femelles en 18 jours et celle des mâles en 23 jours.

Nous avons vu précédemment, avec l'expérience mentionnée, page 288, qu'à une température moyenne de 20°, 12 jours seulement ont été nécessaires pour amener la production des sexués dans la descendance de Pucerons provenant d'une lignée élevée à la lumière permanente et placés à la lumière naturelle (durée moyenne 12 h), dès la mue imaginale. Il est vraisemblable que l'augmentation du temps nécessaire pour amener le passage de la reproduction parthénogénétique à la reproduction sexuée constatée dans l'expérience faite en juin, est due à une légère augmentation de la température moyenne, et peut-être, à une plus forte intensité de l'éclairement.

Afin de préciser les relations existant entre la saison et la durée de la lumière, d'autres expériences ont été faites au printemps et à la fin de l'été. Les différents lots ont reçu un éclairage artificiel permanent ou d'une durée de 13 h, un éclairage naturel ou artificiel pendant 8 h et l'éclairage naturel.

Un essai a été commencé le 7 mars 1948 avec des Pucerons de la lignée 1947. Un aptère adulte a été prélevé dans la lignée élevée à la lumière permanente (15e génération) et élevé, ainsi que sa descendance, à une température moyenne de 18°, sous une lumière uniquement artificielle d'une durée de 13 h par jour; il a produit 13 aptères; l'un d'entre eux, élevé avec 13 h de lumière artificielle a donné 4 mâles et 4 femelles. Trois autres ont été élevés dans le même local mais ont reçu un éclairage naturel limité à 8 h par jour. Enfin, le lot placé dans l'obscurité a été constitué avec 4 aptères de la 16e génération de la lignée élevée à la lumière permanente.

TABLEAU CXX

Influence de la durée de l'éclairage sur l'apparition des sexués.

Générations Dates des première et dernière mues imaginales	Lumière naturelle	Lumière permanente	13 h. lum. artificielle	8 h. lum. naturelle	Obscurité permanente
16e 17/4-10/5					
Totaux	70 A 13 M	148A 5L 24M	16 A		
% sexués.......	15,6	13,5	0		
17e 5/5-22/5					
Totaux	22 A	160A 19L	24A 1L 4M 4F	81A 4L 1M	57 A 1 M
% sexués.......	0	0	24,0	1,1	1,7
18e 22/5- 8/6					
Totaux		174A 5L 5M	1 M 15 F	2A 1L 4M 1F	3 A
% sexués.......		2,7	100	62,5	0

Un éclairage artificiel d'une durée de 13 h, ou naturel d'une durée de 8 h, a donc amené une augmentation notable de la proportion

de sexués en 1 à 2 générations, et il semblerait, d'après ces résultats qu'un éclairage de 13 h soit plus actif que celui de 8 h ; la première femelle est née à la 2e génération du lot éclairé artificiellement pendant 13 h, soit 18 jours après le début de l'expérience.

Cette expérience a été recommencée dans le courant du mois de juin. Le géniteur du lot éclairé pendant 13 h par jour a été prélevé dans la 16e génération du lot témoin et celui du lot éclairé pendant 8 h dans la 17e génération de ce même lot.

TABLEAU CXXI

Influence de la durée de l'éclairage sur l'apparition des sexués.

Géné-rations	Dates des première et dernière mues imaginales	Lumière naturelle	Lumière artificielle		
			8 h.	13 h.	15 h.
1re	16 au 22 juin % sexués	42 A 0		6 A 0	
2e	2 au 13 juil. % sexués	15 A 7 L 1 M 4,3	8 A 0	46 A 13 M 22,0	31 A 4 L ½ 0
3e	23 au 29 juil % sexués	28A 0	92 A 3 L 0	87 A 4 L 14 M 15,3	96 A 0
4e	11 au 20 août % sexués	20 A 0	6 F 100	4 A 2 M 33,3	
5e	26 août au 10 oct. % sexués	54 A 0	13 A (1) 0	22 A 0	
6e	10 au 24 oct. % sexués	69 A 2 L 1 M 1,3	13A 22 M 32F 80,0	8 A 37M29 F 89,0	

(1) Géniteur provenant d'un des 4 aptères de la 4e génération à 13 h de lumière artificielle.

Au cours des mois de juin et juillet, il a été obtenu de 15 à 22 p. cent de sexués (uniquement des mâles) dans le lot éclairé pendant 13 h, et 0 p. cent dans celui éclairé seulement pendant 8 h ; ceci prouve que, pendant l'été, comme au cours de l'hiver, un éclairage d'une durée de 11 à 13 h favorise davantage la production des mâles qu'un éclairage de 8 h. Une lumière artificielle d'une durée de 15 h n'a pas permis l'apparition de mâle ou de femelle.

4° **Expérience avec la lignée 1945.** — Dans un essai préliminaire commencé le 17 octobre 1946, nous avons cherché à provoquer expérimentalement, ou, tout au moins, à hâter l'apparition des sexués, en réduisant la durée de l'éclairage reçu par les plantes. Dans une serre non chauffée, il a été placé côte à côte un Chou en pot recevant l'éclairage normal et un autre Chou qui était recouvert chaque jour (de 16 h 30 à 9 h 30) d'un grand cylindre en carton ; 5 virginipares aptères provenant d'un élevage conduit au laboratoire depuis plusieurs générations ont été déposés sur chaque Chou.

Les feuilles de la plante éclairée seulement 7 h par jour ont jauni rapidement. Par suite de la température, la production des larves et

leur développement se sont faits très lentement; il a été dénombré du 14 novembre au 9 janvier, 160 aptères et 56 virginipares ailés avec la lumière naturelle, 89 aptères et 1 virginipare ailé avec la lumière naturelle réduite à 7 h 30 par jour.

La diminution de l'éclairage n'a donc pas favorisé l'apparition des sexués. La grande quantité d'ailés observés tient à ce que les Pucerons se sont rassemblés sur les feuilles centrales. Il est à remarquer que l'étiolement de la plante ne recevant que 7 h de lumière par jour n'a pas favorisé la production des ailés.

Une autre expérience comprenait trois lots renfermant chacun 6 virginipares aptères élevés individuellement sur des feuilles coupées; toutes les cages ont été disposées près de la fenêtre. Le premier lot a reçu une éclairage normal dont la durée a été de 12 h 30 le 15 septembre, 11 h 45 le 1er octobre, 10 h 30 le 15 octobre, 10 h le 1er novembre, 9 h le 15 novembre.

Le second lot n'a reçu que 7 h de lumière par jour, une grande boîte en carton étant placée sur les cages de 16 h 30 à 9 h 30. Enfin, le troisième lot a séjourné continuellement sous une autre boîte.

Les générations suivantes ont été placées dans les mêmes conditions mais chaque cage a reçu un nombre variable de virginipares aptères; les Pucerons ont été répartis entre plusieurs cages lorsqu'ils étaient nombreux.

Il ne fut obtenu dans les 3 premières générations que des virginipares aptères et 3 ailés; par contre, les sexués furent trouvés dans la 4e génération (mues imaginales du 18 octobre au 21 novembre) :

Lumière normale	: 843 aptères,		0 ailé,		7 mâles,		19 femelles;		
7 h de lumière normale	: 465	—	4	—	0	—	1	—	
Obscurité continue	: 32	—	0	—	0	—	1	—	

A la génération suivante, faite avec 5 aptères pour chaque lot, il n'est apparu qu'un mâle dans le lot éclairé pendant 7 h par jour.

Parallèlement à cet essai, il a été élevé individuellement des virginipares aptères ayant la même origine que les précédents dans une pièce obscure où la température était la même que celle du laboratoire. Trois lots avaient été constitués : le premier a été éclairé en permanence par une lampe de 100 watts, le second a été éclairé de la même manière mais seulement pendant 7 h 30 par jour, le troisième a été laissé dans l'obscurité. Bien que l'élevage ait été poursuivi pendant 4 générations, aucun sexué n'a été obtenu.

Dans une autre expérience qui s'est poursuivie depuis le début d'octobre jusqu'au mois de mai 1947, nous avons opéré sous les quatre conditions suivantes : obscurité continue, lumière naturelle normale, lumière naturelle réduite à 7 h par jour (de 9 h 30 à 16 h 30) et éclairage permanent (lumière naturelle suivie d'un éclairage artificiel fourni par une lampe de 60 watts placée à 50 cm au-dessus des Pucerons).

Les Pucerons ont été élevés sur des feuilles de Chou suivant la technique habituelle. Toutes les cages ont été placées près d'une large baie vitrée dans une salle d'élevage chauffée où la température moyenne a été d'environ 18° pendant toute la durée de l'expérience.

L'élevage a été fait individuellement pour les 5 premières générations puis par groupe de 3 pour les autres générations.

TABLEAU CXXII

Influence de diverses conditions de lumière sur la production des formes sexuées.

N° de la génération	Nbre de mères	Dates du début et fin des expériences	Durée de l'éclairage											
			Lumière normale			7 h lum. naturelle			Lumière permanente			Obscurité continue		
			A	L	M	A	L	M	A	L	M	A	L	M
1	3	22/10-16/11	47	2	3	27	0	4	20	0	0	18	0	0
2	3	7/11- 6/12	37	0	0	67	0	0	58	0	4	16	0	0
3	5	29/11- 3/1	106	1	0	78	2	1	110	0	0	14	0	0
4	4	18/12-24/1	159	1	0	71	0	0	183	1	0	23	0	0
5	4	14/1 - 6/2	32	0	0	18	0	0	38	0	0	12	0	0
6	9	4/2 - 4/3	118	1	0	78	1	0	28	0	0	10	0	0
7	9	2/3 - 4/4	176	8	0	162	6	0	180	1	0	9	0	0
8	9	29/3 -19/4	171	0	0	196	0	0	268	2	0	10	0	0
9	9	16/4 - 5/5	170	11	0	166	3	1	105	13	0	9	0	0
10	9	3/5 -16/5	238	2	0	34	0	0	119	0	0	4	0	0
		Totaux	1.254	26	3	897	12	6	1.109	17	4	25	0	0

Les diverses conditions d'éclairage, que ce soit une réduction ou une augmentation de celui-ci, n'ont pas modifié d'une manière sensible, le nombre des mâles ; il n'est pas apparu une seule femelle dans les trois lots.

5° Apparition des ailés à la fin de la période de reproduction. — Nous avons signalé, page 108, qu'au cours des différentes générations parthénogénétiques qui se succèdent depuis la fondatrice jusqu'à l'apparition des sexupares, les ailés naissent pour la plupart de 4 à 7 jours après la naissance de la première larve, et cela, à une température moyenne de 18 à 22°. Les larves produites avant et après cette période sont à peu près toutes aptères.

Nous avons également fait remarquer, page 241, qu'il apparaît quelques ailés pendant les mois de septembre à décembre dans les lots élevés à la lumière naturelle et à la température du laboratoire ; mais, au contraire de ce qui a lieu dans les lignées parthénogénétiques, ces ailés naissent à la fin de la période de reproduction, soit après des aptères, soit après des femelles et même des mâles. Ce phénomène devient tout à fait exceptionnel à partir du début de janvier : ce sont alors les mâles qui apparaissent en dernier.

Dans l'élevage mentionné au tableau CXVI, deux lots, l'un à la lumière naturelle, l'autre à la lumière naturelle complétée par la lumière artificielle, étaient placés côte à côte et n'étaient séparés que par une

grande feuille de carton afin d'éviter que le lot témoin ne soit éclairé pendant la nuit. Dans ce dernier, il a été obtenu en 10 générations, 352 aptères, 1 intermédiaire, 6 ailés et des sexués; dans le lot éclairé en permanence et où le maximum de précautions était pris pour éviter l'effet de groupe, il a été dénombré 1 375 aptères, 38 ailés et 3 intermédiaires; ces ailés et intermédiaires ne sont apparus qu'à partir du 10 mars (13e génération).

Les élevages faits à la température constante de 24° ont montré que cette température, plus encore que la lumière permanente, inhibait la production des sexués; il n'a été obtenu dans ce cas que des formes aptères.

Nous avons vu que la lumière permanente appliquée à plusieurs générations consécutives n'élimine pas complètement la production des mâles; autrement dit, les Pucerons obtenus avec la lumière permanente et ne donnant que des virginipares semblent être à la limite de la reproduction parthénogénétique et de la reproduction sexuée; le transfert de ces Pucerons dans un local où la lumière est d'une durée égale ou inférieure à 13 h et la température de 18-20°, amène rapidement l'apparition des sexués.

Dans le lot élevé à la lumière permanente, les ailés et intermédiaires sont obtenus en petit nombre, de la 13e à la 17e génération (p. 286), dans la seconde moitié de la période de reproduction, c'est-à-dire au moment où les sexués apparaissent normalement. En outre, ces intermédiaires et ailés sont trouvés à une époque de l'année où, dans les lots élevés à la lumière naturelle, le pourcentage de sexués est le plus important qui ait été observé depuis le début de septembre puisque 100 p. cent de sexués naissent à la 14e génération. Tous ces ailés et intermédiaires n'ont engendré que des aptères et parfois des ailés; il ne s'agissait donc pas de sexupares.

Ces ailés et intermédiaires occupent la place normale des sexués; leur production paraît résulter d'une tendance à la reproduction sexuée insuffisamment poussée par suite de l'action de la lumière permanente.

Ce phénomène présente une certaine similitude avec l'apparition des ailés notée à l'automne et en fin de génération à la lignée 1945 (p. 263) bien que les causes en soient toutes différentes : dans les expériences citées précédemment, c'est la lumière qui amène l'évolution de formes normalement sexuées en formes ailées alors que dans le cas des observations mentionnées page 263, c'est par suite d'une tendance insuffisante à la production des sexués que ces derniers sont remplacés par des ailés.

B. — Myzus persicæ.

1° Élevage à la lumière naturelle et à la température du laboratoire. — D'après les observations mentionnées page 225, les sexupares ailés sont apparus en plein air à partir du 9 septembre, les mâles et les femelles sexuées sont nés vers le 1er octobre.

Au laboratoire, les premiers mâles sont nés à partir du début d'octobre (durée du jour 11 h 30) et les derniers le 20 juin (durée du jour 16 h), les femelles sexuées naissent entre le 10 octobre (durée du jour 11 h) et le 15 avril (durée du jour 13 h 30).

Les sexupares n'ont été trouvés que le 7 octobre dans les élevages de la lignée 1947 faits au laboratoire à la lumière naturelle ; durant tout le printemps et l'été, il n'a pas été obtenu un seul ailé dans ces élevages. L'apparition de ces ailés ne peut être attribuée à l'effet de groupe car la densité des Pucerons sur les feuilles a toujours été faible. A un moindre degré de certitude, l'alimentation ne semble pas devoir être



Fig. 76. — *M. persicæ*. Relation entre la phase diurne et la production des formes sexuées.

mise en cause, car les Pucerons ont été constamment alimentés avec des feuilles de jeunes Choux semés à des dates échelonnées : le seul agent qui se soit modifié est la durée de la lumière, la température moyenne ayant varié de 1 à 1° 5 seulement dans la salle entre le 20 août et le début d'octobre.

En reportant sur un graphique (*fig.* 76) les résultats des élevages mentionnés page 229 ainsi que ceux des lignées 1947 et 1948 réalisés à l'automne 1948 (tableau n° CIX), nous constatons qu'un pourcentage de sexués supérieur à 90 p. cent peut être obtenu pendant tout l'hiver et le printemps, depuis le 15 octobre jusqu'au 20 ou 25 mai (dates des mues imaginales). La forme des courbes (*fig.* 76 *et* 77) montre que la progression du pourcentage des sexués est plus rapide au début et à la fin de cette période ; cela permet de supposer que les conditions de milieu existant à ces seules époques sont particulièrement favorables à la production des mâles et des sexupares ailés ; la durée moyenne du développement larvaire étant de 10 jours, cela revient à dire que les

sexués naissent en grand nombre au laboratoire vers le 5 octobre et le 10 mai. Leurs mères (sexupares aptères) naissent en moyenne 25 jours avant la pleine production de ces sexués (10 septembre et 15 avril) c'est-à-dire au moment où la durée du jour est respectivement de 13 h et de 13 h 30 : au laboratoire, à une température moyenne de 19-20°, une durée journalière d'éclairage naturel de 13 h à l'automne ou au printemps paraît donc constituer la durée optimum d'éclairage pour la naissance des sexupares aptères.

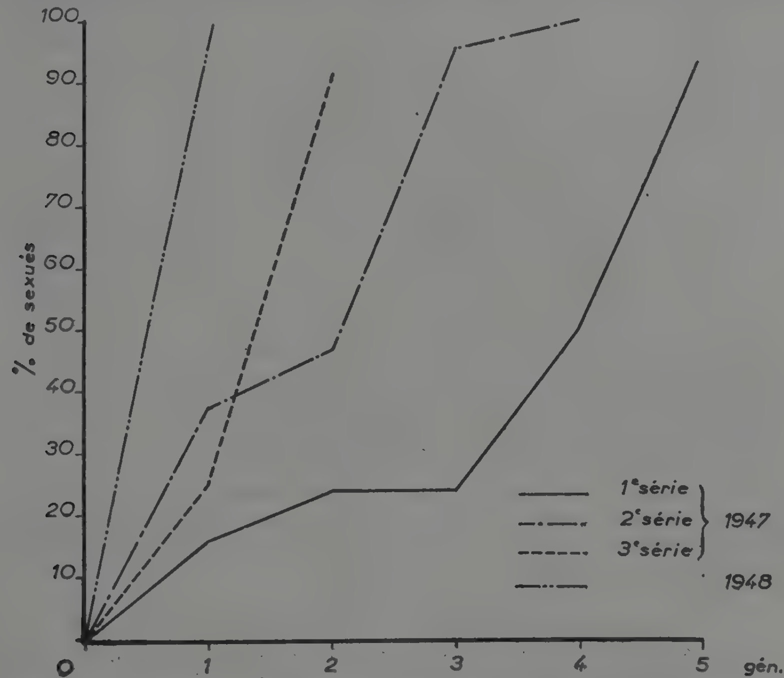


Fig. 77. — *M. persicæ*. Fluctuations du pourcentage des sexués (mâles et sexupares) obtenus dans les élevages de la lignée 1947 faits à l'automne et pendant l'hiver 1947-1948 (1re, 2e et 3e séries) et à l'automne 1948.

Les plus fortes proportions de sexupares ailés adultes par rapport aux mâles et aux sexupares ailés sont notées depuis le début de novembre jusqu'au début de mars ; leurs naissances se sont produites depuis le 20 octobre jusqu'au 20 février, c'est-à-dire à un moment où la longueur du jour était inférieure à 11 h.

Il en est donc pour *M. persicæ* comme pour *B. brassicæ*, les sexupares ailés, qui engendrent normalement des femelles sexuées, apparaissent sous des conditions écologiques beaucoup plus strictes que celles qui permettent la naissance des mâles.

2° Influence de la lumière permanente et d'une lumière artificielle d'une durée de treize heures. — Nous avons opéré

de la même manière que pour *B. brassicæ :* trois lots ont été constitués comme suit avec les descendants d'un aptère de la lignée 1947 récolté le 7 octobre 1947 et qui a engendré 15 aptères, 2 ailés et 1 mâle.

1° Lumière naturelle (témoin) (voir tableau XCI);

2° Lumière permanente (lumière naturelle complétée par une lampe à fluorescence « lumière du jour » donnant un éclairage de 1 150 lumens, placée à 30 cm au-dessus des cages d'élevage).

Pendant toute la durée de l'expérience, la température moyenne a été de 18°.

TABLEAU CXXIII

Influence de la lumière permanente sur la production des formes sexuées.

Générations	Nature des géniteurs	Dates des prem. et dern. mues imaginales	Composition de la descendance	Générations	Nature des géniteurs	Dates des prem. et dern. mues imaginales	Composition de la descendance
1re	A	27/10- 7/11	20A 7L3M0F	5e	A	13/1- 3/2	294A 7L 0M0F
2e	A	12-24/11	46A10L0M0F	6e	A	4/2-12/3	130A40L15M0F
	L	24/11-15/12	92A 0L7M0F				
3e	A	3-15/12	78A37L3M0F	7e	A	25/2-23/3	211A34L 0M0F
					L	28/2- 8/3	36A 0L 0M0F
4e	A	20/12-3/1	173A 2L3M0F				

Cette expérience montre que la lumière permanente n'a pu inhiber la production des mâles bien qu'elle ait été appliquée sur 6 générations consécutives. Les ailés sont apparus en grand nombre à toutes les générations ; la plupart étaient des virginipares ; cependant, l'un d'entre eux a donné (2e génération) 26 aptères et 7 mâles.

Un troisième lot a été constitué avec des aptères de la 7e génération du lot éclairé en permanence ; il a été placé dans une hotte complètement tapissée de papier noir ; la lumière était fournie pendant 13 h par jour par 2 lampes de 1 150 lumens.

TABLEAU CXXIV

Influence de la lumière permanente et d'une lumière artificielle d'une durée de 13 h par jour sur la production des formes sexuées.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Forme du géniteur	Lumière permanente	Lumière artificielle 13 h.
8e	18/3- 6/4	A	109 A 33 L 0 M	41 A 13 L 53 M
		L	70 A 0 L 0 M	
9e	27/3-16/4	A	114 A 19 L 0 M	83 A 10 L 19 M
10e	10-22/4	A	118 A 37 L 0 M	85 A 20 L 24 M
	5/4- 7/5	L	179 A 0 L 12 M	
11e	22/4-20/5	A	137 A 22 L 0 M	30 A 13 L 1 M
	22/4-10/5	L	149 A 0 L 0 M	
12e	10/5-10/6	A	50 A 12 L 0 M	0 A 0 L 24 M
13e	19/5- 8/6	A	127 A 38 L 0 M	
14e	3/6-12/6	A	116 A 23 L 0 M	

Le transfert à une lumière artificielle d'une durée de 13 h par jour a permis d'obtenir en une génération 50 p. cent de mâles et exclusivement des mâles à la 5e génération.

Cinq jeunes aptères adultes provenant de la 9e génération élevée à la lumière permanente, ont été exposés, ainsi que leur descendance, à la lumière naturelle, à dater du 30 mars. Ils ont produit respectivement 59 aptères et 5 ailés, 26 aptères, 26 aptères, 13 aptères, 13 aptères et 18 aptères.

Quatre de ces 5 ailés, élevés également à la lumière naturelle, ont donné naissance à 27 aptères, 17 aptères, 23 aptères dont 3 ayant le thorax légèrement rose ; le dernier a produit 13 femelles sexuées devenues adultes entre le 7 et le 16 mai ; leur mère était née le 18 avril, c'est-à-dire lorsque la durée de l'éclairage était de 13 h 30.

La lumière permanente n'exerce qu'une action inhibitrice de très faible durée sur la production des sexués ; si l'on transporte de jeunes aptères du lot recevant une lumière permanente à la lumière naturelle, ou à la lumière artificielle d'une durée de 13 h, on obtient rapidement non seulement des mâles, mais aussi des femelles.

Un premier exemple nous est fourni par l'élevage d'un aptère prélevé au moment de la mue imaginale dans la 4e génération de l'expérience précédente et élevé, ainsi que sa descendance, à la lumière naturelle (durée 8 h 30 au début de l'expérience).

Tableau CXXV

Composition de la descendance d'un aptère prélevé dans la 4e génération du lot recevant une lumière permanente et élevé à la lumière naturelle.

Générations	Dates de mue imaginale des		Nombre et nature des	
	géniteurs	descendants	géniteurs	descendants
5e	2/1 1948	13/1-3/2	1 A.	21 A.
6e	17/1	5-26/2	1 A	3 A 23 SL 6 M
7e	5/2	17/2-5/3	3 A	10 SL 32 M
	11/2	9-15/3	1 SL	4 F
	11/2	15/3-10/4	1 SL	1 SL 4 M 1 F
	13/2	3/3	1 SL	1 F
	17/2	26/2-6/4	1 SL	3 F
	19/2	2/3	1 SL	1 F
8e	19/2	3- 9/3	1 SL	3 F
	19/2	3-12/3	1 SL	6 F
	19/2	3-10/3	1 SL	7 F
	24/2	9-14/3	1 SL	6 F
	5/3	16-25/3	1 SL	9 F
	5/3	16-25/3	1 SL	8 F

La lumière naturelle n'a donc pas entraîné l'apparition directe de sexués dans la descendance du Puceron adulte utilisé pour l'expérience, mais celle de sexupares, puisque la larve née le 5e jour après le début de la période de ponte (13e larve produite sur un total de 38 larves dont 21 ont atteint le stade adulte) était un sexupare aptère.

A une température moyenne de 18°, la lumière naturelle d'une durée de 8 h 30 a donc produit, en moins de 15 jours, le remplacement de la reproduction parthénogénétique par la reproduction sexuée ; mais les mâles ne sont nés qu'à la 2e génération (le premier, le 27 jan-

vier, soit 25 jours après le début de l'expérience) et les femelles à la 3e, soit au bout de 46 jours.

Trois aptères engendrés par un Puceron ayant produit 36 aptères et 0 ailé à la lumière permanente (7e génération) ont été mis, dès la mue imaginale, (3 mars) en élevage à une lumière artificielle d'une durée de 13 h; ils ont donné naissance respectivement à 33 aptères et 1 ailé, 2 aptères, 12 ailés et 27 mâles, 6 aptères et 26 mâles. L'ordre suivant lequel ces Pucerons sont apparus est indiqué ci-dessous.

TABLEAU CXXVI

Composition de la descendance de 3 aptères venant du lot à la lumière permanente, élevés dès la mue imaginale à une lumière artificielle d'une durée journalière de 13 h.

Dates de naissance	Nombre de jours après le début de l'expérience	Pucerons nos		
		1	2	3
4 mars	1	8 A		
6 —	3	5 A	2 A 1 L	
8 —	5	7 A 1 L	4 L	
10 —	7		3 L	
12 —	9		3 L	2 A
14 —	11	1 A		4 A
18 —	16	6 A	5 M	6 M
20 —	18	6 A	8 M	5 M
22 —	21		2 M	5 M
24 —	23		3 M	3 M
26 —	25		3 M	2 M
28 —	27			2 M
30 —	29			1 M
2 avril.........	33		1 L 1 M	2 M
6 —	37			3 M
		33 A 1 L	2 A 12 L 22 M	6 A 29 M

Les Pucerons nos 2 et 3 ont donc produit des mâles 16 jours après le début de l'expérience; par contre, les 5 ailés engendrés de 3 à 9 jours après le début de l'expérience (Pucerons no 2) n'ont engendré que des aptères.

L'expérience dont les résultats sont mentionnés dans le tableau CXXIV a été continuée de la manière suivante : des aptères provenant de la 15e génération exposée à la lumière naturelle, ont été élevés dans une pièce où la température moyenne a été de 17° du début de juillet au mois d'octobre.

Trois lots ont été constitués :

a) Lumière permanente (lumière naturelle complétée par une lampe à fluorescence);

b) Lumière artificielle d'une durée de 13 h;

c) Lumière naturelle.

Dans les élevages à la lumière naturelle, il est apparu à partir du 20 septembre, des nymphes roses alors que les nymphes de virgi-

nipares étaient vertes. La plupart de ces ailés roses transportés sur des Pêchers ont donné naissance à des femelles sexuées ; il s'agissait donc de sexupares.

Tableau CXXVII

Influence de la lumière permanente, d'une lumière d'une durée de 13 h et de la lumière naturelle sur la production des sexués.

Géné-ration	Dates des première et dernière mues imaginales	Nombre et forme des géniteurs	Lumière permanente				Lumière artificielle 13 h.				Lumière naturelle			
			A	L	SL	M	A	L	SL	M	A	L	SL	M
1re	2 au 19/7	6 A	177	13			99	3						
2e	26/7 au 26/8	3 A	50	0			28	3		9	39	1		
3e	16/8 au 30/8	3 à 8 A	49	3			24	23		20	179	1		
4e	2/9 au 23/9	4 à 9 A	194	71			46	6			123	13		
		3 L v	59	2										
5e	28/9 au 10/10	9 A	139	6							33		39	44
6e	18/10 au 6/11	3 à 5 A	53	19		5							1	10

La lumière permanente n'inhibe donc pas totalement la production des mâles tant pour *M. persicæ* que pour *B. brassicæ*.

3° Expériences avec la lignée 1945. — Des Pucerons de la lignée 1945 ont été élevés à l'automne 1946, 1947 et 1948, à la température du laboratoire et sous différentes conditions d'éclairage : lumière naturelle, lumière artificielle d'une durée de 13 h, lumière naturelle réduite à 7 h 30 par jour : il ne fut pas obtenu un seul sexué.

Tout comme pour la lignée 1945 de *B. brassicæ*, nous avons donc affaire à une lignée où la reproduction sexuée a totalement disparu à la suite d'une reproduction parthénogénétique prolongée ; un éclairage de durée réduite appliqué pendant un grand nombre de générations est incapable d'amener la production des sexuales.

C. — Sappaphis plantaginea.

Des émigrants ailés ont été collectés sur un Pommier en plein air le 25 mai 1948 et élevés, ainsi que leur descendance, à la température du laboratoire sur des feuilles coupées de Plantain, les uns à la lumière naturelle, les autres à la lumière artificielle, pendant 14 h par jour pour les 3 premières générations et pendant 13 h à partir de la 4e.

Pour les 2 premières générations, chaque cage comprenait 3 aptères ; pour les 3e, 4e et 5e, il a été fait des élevages individuels et des élevages en surpopulation.

A la lumière naturelle, il n'est donc apparu aucun sexué depuis le 10 juin jusqu'au 14 septembre ; 2 ailés seulement ont été obtenus sur un total de 1 183 Pucerons entre le 10 juin et le 26 août ; les sexupares ailés ont été observés seulement à la 5e génération ; cela tient vraisemblablement à la diminution de la durée du jour (14 h le 20 août, date des premières naissances de la 5e génération).

Tableau CXXVIII

Influence de la durée de l'éclairage sur la production des sexués.

Génération	Dates des première et dernière mues imaginales	Lumière naturelle		14 et 13 h. lumière artificielle	
		Totaux	% de sexupares et de mâles	Totaux	% de sexupares et de mâles
1re	10-17/ 6	73 A	0	43A.	0
2e	17/6- 3/ 8	578 A 1 L	0	384A 23 L 2M	0,4
3e	21/7-11/ 8	272 A 1 L	0	211A 18 L	0
4e	11-26/ 8	258 A	0	147A	0
5e	28/8-14/ 9	287 A 10 SL	3	196A 41 SL	17
6e	17/9-22/10	14 A 29 SL 70 M	86	5A 166 SL30M	97

Dans les élevages faits avec un éclairage d'une durée de 14 h, le pourcentage des ailés a été relativement élevé à la 2e et à la 3e générations, nul à la 1re et à la 4e ; 2 mâles ont été obtenus à la 2e génération ; une partie des ailés était constituée par des sexupares qui ont engendré des femelles sexuées sur le Pommier.

Les mâles et les femelles ne naissent en plein air qu'à partir du 15 septembre (durée du jour : 12 h 30) et leurs mères vers le 25 août (durée du jour : 13 h 30). Dans les conditions naturelles, l'apparition des sexupares aptères et ailés est par conséquent inhibée par un trop long éclairage jusqu'à la fin du mois d'août.

Les ailés qui sont apparus en grand nombre à la 5e génération tant à la lumière naturelle qu'à la lumière artificielle, étaient des sexupares car ils ont tous pondu 3 à 7 femelles sexuées sur des rameaux de Pommier.

La durée de l'éclairage des élevages à la lumière artificielle a été réglée à 13 h par jour à partir de la 4e génération ; dans l'élevage à la lumière naturelle, les premiers sexupares adultes trouvés le 14 septembre étaient nés le 6 septembre, c'est-à-dire au moment où la durée du jour était de 13 h.

Ceci montre que, pendant l'été, un éclairage artificiel ou naturel d'une durée de 14 h constitue la limite maximum permettant la naissance des mâles et que les sexupares ailés n'apparaissent que lorsque la durée de l'éclairage est voisine de 13 h.

A la fin de septembre, la durée journalière de l'éclairage étant inférieure à 12 h, l'expérience a été continuée pour la 6e génération en éclairant artificiellement le deuxième lot seulement pendant 8 h par jour.

Les premiers mâles adultes ont été notés le 8 octobre dans les élevages faits à la lumière naturelle ; ils naquirent le 16 septembre ; à cette date la durée de l'éclairage était de 12 h 30.

Les formes sexupares et sexuées sont apparues plus tardivement dans les élevages réalisés au laboratoire à l'automne 1949 ; les premiers sexupares ailés sont nés le 17 septembre et les mâles le 10 octobre.

Il fut constitué le 7 septembre, 5 lots comprenant chacun 2 cages de 10 aptères qui furent élevés dans la même pièce mais sous des conditions d'éclairage différentes :

a) Lumière naturelle réduite à 8 h 30 par jour;

b) Lumière naturelle réduite à 10 h par jour;

c) Lumière naturelle;

d) Lumière naturelle complétée par la lumière électrique (durée totale 13 h);

e) Lumière permanente (lumière naturelle complétée par la lumière artificielle).

Tableau CXXIX

Influence de différentes durées d'éclairage sur la production des sexupares ailés et des mâles.

Générations	Dates des première et dern. mues imaginales	Lots				
		A (nat. 8h30)	B (nat. 10 h.)	C (nat.)	D (nat. et art. 13 h.)	E (perm.)
1re	17/ 9- 9/11 % SL + M	5A 15 SL 5 M 80	70 A 42 SL 1M 38,0	112 A46 SL 1M 29,5	200 A 0	250 A 0
2e	21/ 9-29/10 % SL + M	13A 17SL 56	12SL 41M 100	17A 56SL 45M 84,9	510 A 19 M 35,9	374 A 0
3e	12/10- 5/12 % SL + M	2A 5 M 28,5		13A 54SL 39M 87,7	255 A 18 M 6,6	390 A 13 M 3,2

En automne, la lumière permanente a inhibé la production des sexupares ailés mais non celle des mâles; il en a été de même avec la lumière naturelle complétée par la lumière artificielle et d'une durée totale de 13 h. Une lumière naturelle d'une durée de 10 h a provoqué la production de 100 p. cent de sexupares ailés et de mâles dès la 2e génération, alors que les pourcentages n'ont été à la même génération que de 56 avec une lumière naturelle d'une durée de 8 h 30 et de 84,9 avec un éclairage d'une durée de 11 h 30 à 13 h.

D. — Conclusions.

B. brassicæ. — 1° Au laboratoire, les pourcentages maxima de naissance de sexués, voisins de 100 p. cent, sont obtenus à l'automne comme au printemps lorsque la durée du jour est d'environ 11 h à 12 h. Les femelles naissent dans une forte proportion pendant une courte période coïncidant avec le moment où le pourcentage des sexués est maximum;

2° La lumière permanente inhibe complètement, en 1 ou 2 générations, la production des femelles dans la descendance des sexupares aptères; la lumière doit agir au moins pendant 3 générations consécutives pour arrêter la production des femelles par les sexupares ailés;

3° La lumière permanente est incapable d'inhiber complètement la production des mâles même après 10 générations consécutives ; elle diminue cependant leur nombre d'une manière très nette. A la température moyenne de 20°, les aptères naissent après les mâles, le 9e jour après que leurs mères ont été soumises à l'éclairage permanent ; dès le 13e jour, il naît des aptères ne produisant que des virginipares aptères ;

4° L'action inhibitrice exercée par la lumière permanente est de très faible durée ; des Pucerons provenant d'un lot soumis à la lumière permanente depuis plusieurs générations, élevés à une lumière naturelle de durée réduite, produisent :

a) Au printemps (fin mars), avec une lumière naturelle d'une durée de 11 h 30 et à une température moyenne de 20°, des mâles à la 1re génération et le 12e jour après le début de l'expérience ; les femelles naissent après le même temps, mais à la 2e génération ;

b) Dans le courant de juin, à la lumière naturelle ou artificielle dont la durée est de 10 à 13 h et à une température de 21°, les femelles naissent le 18e jour après le début de l'expérience, soit à la fin de la 1re génération, soit au début de la 2e ; les mâles ne sont nés, dans cette expérience, que le 23e jour et à la 2e génération ;

5° L'intensité lumineuse a peu d'action sur la production des sexués ; il n'a pas été constaté de différences significatives entre 2 lots éclairés pendant 13 h par jour, l'un par une lampe, l'autre par 2 lampes à fluorescence de 1 150 lumens disposées à 25 cm au-dessus des cages ;

6° La durée maximum de l'éclairage fourni par une lumière artificielle et permettant la naissance des femelles engendrées par des sexupares aptères semble varier suivant la saison ; elle paraît être de 13 h à l'automne et au printemps et inférieure à ce chiffre pendant l'été ;

7° L'obscurité permanente n'entraîne pas la production des sexués ;

8° Une lumière naturelle de durée réduite n'augmente pas le pourcentage des mâles quand elle est appliquée pendant 10 générations consécutives à une lignée produisant peu d'individus sexués ; elle est incapable d'entraîner l'apparition des femelles.

Myzus persicæ. — 1° Au laboratoire, à une température moyenne de 19-20°, la durée optimum d'éclairage naturel pour la naissance des sexupares aptères est de 13 h à l'automne ou au printemps ; les sexupares ailés naissent en majorité à l'automne ou à la fin de l'hiver, lorsque la durée du jour est inférieure à 11 h ; dans certains cas, les sexupares ailés peuvent naître à la mi-avril lorsque la durée du jour est de 13 h 30 ;

2° La lumière permanente inhibe en 2 générations la production des sexupares ailés ; certains des Pucerons ailés qui apparaissent à la 2e génération produisent des aptères et des mâles. Les mâles naissent

dans une forte proportion même après 6 générations consécutives élevées à la lumière permanente ;

3° L'action inhibitrice de la lumière permanente sur la production des sexués est très brève ; l'élevage d'aptères dont la croissance larvaire s'est effectuée sous une lumière permanente amène :

— Avec une lumière naturelle d'une durée de 8 h 30 et une température moyenne de 18°, la naissance d'une proportion notable de sexupares aptères dès le 5e jour, de mâles à la 2e génération et à partir du 25e jour, de sexupares ailés à la 2e génération, le 21e jour, et de femelles sexuées à la 3e génération, le 46e jour.

— Avec une lumière artificielle ou naturelle d'une durée de 13 h et une température moyenne de 20°, la naissance des mâles à la 1re génération et le 16e jour et celles des sexupares ailés à la 1re génération et le 25e jour ;

4° L'élevage à la lumière artificielle d'une durée de 13 h permet d'obtenir exclusivement des mâles durant la 1re décade de juin (à la 5e génération dans ces conditions) et près de 30 p. cent de mâles en août ; cette durée d'éclairage paraît constituer la limite maximum pour la production des sexupares ailés au laboratoire ; les sexupares ailés naissent en plein air à partir du 28 août lorsque la phase diurne est de 13 h 30.

Sappaphis plantaginea. — Dans la nature, les sexupares aptères et ailés commencent à naître lorsque la durée du jour est de 13 h 30.

Au laboratoire et pendant l'été, les mâles peuvent naître lorsque la durée de la phase diurne est de 14 h et les sexupares ailés lorsqu'elle n'est que de 13 h ; en automne, la lumière permanente inhibe la production des sexupares ailés mais non celle des mâles.

XVI. — ALIMENTATION

Nous avons vu précédemment que les Pucerons sexupares et sexués apparaissent généralement en automne, c'est-à-dire à un moment où la croissance des végétaux vivaces ou bisannuels diminue considérablement et où les tissus des plantes annuelles commencent à se désorganiser ; il se pourrait donc qu'il y ait une corrélation entre ces deux faits.

Kyber (1815) a remarqué que les formes sexuées pouvaient apparaître dès le mois de juin chez quelques espèces de Pucerons *(Aphis lychnidis, A. hordei, A. avenæ)* se développant sur des plantes herbacées en cours de dessèchement ou sur celles dont les tissus se lignifient précocement ; il fut ainsi conduit à supposer que la qualité de la nourriture intervenait au premier chef dans le déclenchement de la phase sexuée.

Afin de s'assurer qu'il existait bien une relation entre les modifications qui surviennent dans la quantité ou la qualité de la nourriture et la production des sexués, KYBER a prélevé quelques Pucerons parthénogénétiques dans les colonies où les mâles et les femelles étaient déjà apparus et les a transportés sur des végétaux en croissance active ; il constata que ces Pucerons n'engendrèrent que des Aphides parthénogénétiques jusqu'à l'automne.

KELLER (1885) et MORGAN (1885) ont observé qu'une nourriture insuffisante favorisait le développement des sexupares ailés de *Phylloxera vastatrix* Planchon (*P. vitifolii* Fitsch) alors qu'une nourriture abondante provoquait la formation de virginipares. BOITEAU (1876, 1881, 1882, 1883 et 1887) a élevé pendant près de 6 ans, 25 générations agames de *Phylloxera* radicicole dans des tubes de verre ; il n'obtint des nymphes et des sexupares que dans le courant de la 2e année d'expérimentation ; BOITEAU n'indique pas à quelle température les Pucerons ont été élevés ; en outre, il a vraisemblablement pris des racines fraîches pour l'élevage de chaque nouvelle génération, de sorte que les Pucerons ont pu être nourris dans des conditions satisfaisantes.

BALBIANI (1898) a élevé isolément, à partir de la mi-août, plusieurs virginipares aptères du gros Puceron brun de la Centaurée jacée (vraisemblablement *Macrosiphum jaceæ* L.). Il a observé que les mâles et les femelles sont engendrés, en automne, par les Pucerons qui ont déjà donné naissance à des femelles parthénogénétiques. BALBIANI a déclaré qu'il y a une harmonie entre le cycle reproducteur de l'insecte et le renouvellement des saisons, et qu'il est tout naturel de supposer qu'il existe une relation entre l'état physiologique de l'insecte et le milieu extérieur ; or, ce milieu extérieur agit principalement sur les Pucerons par la double influence de la température et de la végétation, c'est-à-dire de l'alimentation. Cependant BALBIANI n'a pas attribué à l'alimentation un rôle exclusif ; elle n'agirait que lorsqu'elle trouve l'organisme de l'Aphide prédisposé à subir son influence et cette prédisposition n'existe qu'à une certaine époque de l'année.

MORDWILKO (1901-1907) partage l'opinion de KYBER ; ses observations ont porté sur *Schizoneura corni* Fab. (= *Anœcia corni* Fab.) et *Tetraneura cœrulescens* (Pass) (en réalité *Tetraneura ulmi* Hartig) qui vivent, pendant l'été, sur les racines de graminées. Il a également observé que les sexupares d'*A. corni* Fab. apparaissent d'autant plus précocement que la plante-hôte intermédiaire se dessèche plus tôt en saison.

TANNREUTHER (1907) a effectué ses expériences avec *Melanoxanthus salicis* Weed et d'autres espèces d'Aphides. Il constata qu'une nourriture insuffisante ou une température basse n'exercent aucune influence sur l'apparition des sexués.

T. H. MORGAN (1909) a observé, par ailleurs, qu'une modification de la composition chimique de la sève obtenue en plaçant des branches de Rosier infestées par *M. rosæ* dans des solutions de sels de magné-

sium, de calcium, de potassium ou de lithium, ne provoque pas le remplacement de la reproduction parthénogénétique par la reproduction sexuée. MORGAN mentionne les résultats des analyses faites par W. BERG ; celles-ci ont porté sur des feuilles de Rosier et d'Erable et ont été faites en juin et en octobre (lors de l'apparition des formes sexuées) ; en octobre, les feuilles sont moins riches en eau et en amidon que celles prélevées au mois de juin, mais ont une teneur plus élevée en azote et en matières minérales.

Le rôle de la nourriture sur l'apparition des formes sexuées a, par contre, été démontré chez *Pterocallis tiliæ* L. par SEMICHON (1911). Cet auteur a remarqué qu'en automne, le Tilleul peut présenter sur le même arbre, pendant près de deux mois, des feuilles vertes, des feuilles jaunissantes et des feuilles jaunes ; pendant toute cette période, on trouve sur l'arbre, des femelles ovipares et des femelles virginipares. SEMICHON a élevé isolément des femelles récoltées sur des feuilles jaunissantes dans des tubes où étaient placés chaque jour des fragments frais de feuilles jaunissantes en parallèle avec des morceaux de feuilles vertes. Il a constaté que, dans ce dernier cas, la reproduction parthénogénétique a pu se continuer pendant 3 générations, alors qu'il obtenait immédiatement des individus sexués avec les insectes trouvés sur les feuilles jaunes. SEMICHON en conclut que le changement du mode de reproduction chez *Pterocallis tiliæ* L. est attribuable à la plus ou moins grande teneur des feuilles en chlorophylle.

Dans son travail sur les Aphides de l'Orme, MARCHAL (1933) n'attribue pas au dessèchement ou au ralentissement végétatif des plantes à l'automne, un rôle quelconque dans l'apparition des sexués ; il explique le déclenchement de la reproduction sexuée par l'action de facteurs internes.

A. — B. brassicæ.

L'influence de l'alimentation sur la production des sexués peut être étudiée de différentes manières :

1° En élevant comparativement des Aphides sur des plantes ou des fragments végétaux âgés et des tissus jeunes ;

2° En affamant les Pucerons ;

3° En élevant les insectes sur des plantes enrichies en certaines substances chimiques.

1° Influence des tissus végétaux âgés ou en voie de dessèchement. — L'expérience a été commencée avec un Puceron aptère récolté en plein air le 4 septembre 1947 (lignée 1947) et mis en élevage au laboratoire ; ce Puceron a produit 12 aptères et 18 mâles ; 2 de ces aptères et leur descendance ont été élevés sur des feuilles coupées, les uns sur des feuilles de jeune Chou régulièrement arrosé,

les autres sur des feuilles ayant sensiblement la même dimension que les précédentes mais prélevées sur des Choux semés au mois de juin et qui se sont très peu développés par suite de la sécheresse anormale de l'été ; ces feuilles étaient épaisses, cassantes, et présentaient de grandes analogies avec les feuilles extérieures des Choux de grande taille sur lesquelles se trouvent communément les sexués à l'automne. Les larves néonates étaient retirées chaque jour et élevées à part. L'expérience a été poursuivie pendant 5 générations, du 6 septembre au 29 novembre.

TABLEAU CXXX

Influence de l'âge des feuilles de Chou sur la production des sexués.

Générations	Feuille jeune					Feuille âgée				
	Composition descendance				% sexués	Composition descendance				% sexués
	A	L	M	F		A	L	M	F	
1re	6	0	9	0	60	4	0	2	1	40
2e	37	0	1	0	2	29	0	7	0	19
3e	53	0	18	1	26	55	0	33	12	45
4e	48	0	95	0	66	62	5	3	0	4
5e	46	0	25	2	36	87	0	24	0	11
Totaux	190	0	148	3	62	237	0	69	13	25

Nous voyons que l'alimentation fournie par des feuilles âgées de Chou n'a pas augmenté la proportion des formes sexuées.

2° Influence de la famine. — Ces expériences ont porté sur des Pucerons de la lignée 1945. Deux lots ont été constitués : le premier était formé par des Pucerons élevés dans des conditions normales ; le second, par des Aphides adultes affamés 7 h par jour pendant 3 jours de suite. Les deux lots furent, par ailleurs, soumis aux mêmes conditions de milieu (élevage au laboratoire près de la fenêtre).

L'expérience fut poursuivie pendant 4 générations ; il fut obtenu, chez le témoin, 394 aptères, 4 virginipares ailés et 3 mâles, soit 0,84 p. cent de sexués et avec les Pucerons affamés, 216 aptères, 1 virginipare ailé, 1 intermédiaire et 2 mâles, soit 0,90 p. cent de sexués.

La famine appliquée aux adultes n'a donc pas augmenté le nombre des sexués. Nous avons affamé des adultes pendant 16 h 30 par jour et à trois reprises consécutives ; la mortalité a été très élevée et la fécondité des survivants réduite ; il n'a cependant été obtenu que des virginipares aptères.

3° Influence de certaines substances chimiques. — Parallèlement à ces élevages faits avec des feuilles baignant dans l'eau, des expériences ont été réalisées avec des feuilles dont le pétiole plongeait dans une solution de sulfate de magnésie à la concentration 0,025 M et 0,01 M ainsi que dans une solution de saccharose à 15 p. cent ;

les feuilles étaient plongées dans l'eau ou la solution magnésienne 24 h avant leur emploi. Trois mâles furent trouvés avec la solution de sulfate de magnésie 0,025 M, aucun avec les solutions de sulfate de magnésie 0,01 M et de saccharose à 15 p. cent.

Une autre expérience a été commencée le 10 mai avec des feuilles plongeant dans de l'eau pure ou dans de l'eau additionnée de sulfate de magnésie 0,025 M. Il fut obtenu dans le premier cas, 203 aptères à la 1re génération, 144 aptères et 5 mâles à la 2e, et, avec l'eau magnésienne, 134 aptères à la 1re génération et 97 aptères à la 2e.

De jeunes Choux pourvus de leurs racines ont été placés dans des solutions nutritives de trois types : l'une normale, la seconde et la troisième additionnées de sulfate de magnésie de manière que la teneur de la solution en sulfate de magnésie soit 0,02 M pour la seconde et 0,05 M pour la troisième. Chaque lot comprenait 6 plantes ; l'expérience a été commencée le 18 août ; une 2e génération a été élevée sur les mêmes plantes, l'action du sel pouvant ne s'exercer que lentement en s'accumulant progressivement dans les tissus de l'insecte.

Il a été déposé, au début de l'expérience, un aptère de *B. brassicæ* par plante ; les larves étaient dénombrées lorsqu'elles avaient atteint le 4e stade ; les 3 dernières larves aptères de chaque lot ont été laissées sur chaque plante et ont servi de géniteurs pour la 2e génération.

	1re générat.	2e génération	% sexués
Solution nutritive normale	66 A	76 A-3 L-1 M- 4 F	5,9
— — renfermant SO_4Mg à 0,02 M	46 A	34 A-2 L-7 M-10 F	32,0
— — — SO_4Mg à 0,05 M	30 A	42 A-2 L-6 M-12 F	29,0

Les solutions de sulfate de magnésie ont considérablement augmenté le pourcentage de sexués, mais il est à noter qu'au moment de la naissance des larves de la 2e génération, les plantes nourries avec les solutions magnésiennes présentaient des symptômes de jaunissement et les Pucerons se sont groupés sur les petites feuilles centrales. Les ions de magnésium diffusant très rapidement dans la plante, des résultats analogues auraient dû être obtenus avec les feuilles coupées ; nous avons vu que, dans ce dernier cas, le pourcentage de sexués n'est pas plus élevé que chez le témoin.

La haute proportion des sexués observée dans cette expérience est donc attribuable à l'effet de groupe et à l'altération progressive des cellules de la plante-hôte ; elle ne résulte pas de l'action directe du sulfate de magnésie.

B. — M. persicæ.

1° Influence de la plante-hôte. — En automne, la plupart des nombreuses plantes-hôtes secondaires qui hébergent les virginipares de *M. persicæ* arrivent en fin de végétation ; leurs tissus dur-

cissent et se dessèchent ; il apparaît alors des sexupares aptères qui engendrent des mâles et des sexupares ailés ; ces derniers sont trouvés dès la première décade de septembre, mais ne sont nombreux sur les Pêchers qu'à la fin de ce mois ; les feuilles de ces arbres commencent à jaunir et à tomber et les Pucerons ont une alimentation déficiente.

Les sexupares ailés récoltés en automne et alimentés de jeunes feuilles de Choux produisent presque uniquement des femelles sexuées ; il arrive cependant qu'ils engendrent des femelles puis des ailés, ou des aptères et des ailés.

Cinq jeunes aptères de la lignée 1947 ont été élevés sur un rameau de Pêcher du 13 octobre 1947 au 10 novembre, et ensuite sur un Chou, les arbres ayant perdu leurs feuilles à cette date. Les 3 ailés qui ont été obtenus à la 1re génération, au lieu d'être roses au stade nymphal comme le sont les sexupares ailés, étaient de couleur verte ; ils n'ont donné que des virginipares.

TABLEAU CXXXI

Composition de la descendance de sexupares aptères élevés sur Chou.

Génération	Plante-hôte	Date mue imaginale des		Nombre et nature des	
		géniteurs	descendants	géniteurs	descendants
1re	Pêcher, puis Chou	13/10	10/11-19/11	5 A	3 L 2 M
2e	Chou	10/11 19/11	25/11- 9/12 9-30/12	2 L 1 L	54 A 2 L 19 A 1 L
3e	Chou	9/12 11/12 16/12	18/12-10/ 1 22/12-14/ 1 24/12-10/ 1	4 A (1) 5 A (1) 7 A (1)	137 A 1 L 173 A 24 L 201 A 1 L

(1) Descendants de l'ailé ayant donné 19 A et 1 L.

Il y a donc eu arrêt de la naissance des sexués et production d'une lignée composée exclusivement de Pucerons parthénogénétiques.

Nous avons vu page 229 qu'il a pu être obtenu 100 p. cent de sexués (mâles et sexupares) dans la descendance d'aptères élevés pendant plusieurs générations consécutives sur des feuilles de Chou. Ces sexués ont été obtenus non seulement en automne, ce qui pourrait laisser supposer une influence de l'alimentation en relation avec la saison, mais aussi pendant les mois de mai et de juin. Ces résultats excluent tout rôle de la nourriture sur la production des mâles et des sexupares de *M. persicæ* car ces Pucerons ont été élevés sur de jeunes feuilles de Choux provenant de semis faits au printemps.

Les sexupares qui ont été élevés sur le Chou ont engendré une descendance très variée : des femelles, des mâles, des sexupares aptères ou ailés, des virginipares aptères ou ailés.

L'examen du tableau XCI montre que dans les trois séries d'élevages, la proportion de mâles et de sexupares a augmenté progressi-

vement dans les générations dont le point de départ a été constitué par des Pucerons provenant du lot élevé à la lumière permanente. Cela se manifeste pour les sexupares aptères par une augmentation de la proportion des sexupares ailés. Ceux qui proviennent de sexupares aptères donnent une proportion relativement faible de sexupares ailés et de mâles. Les Pucerons prélevés dans une lignée placée depuis peu de générations dans des conditions favorables à la production des sexués, donnent des aptères ; ceux qui sont engendrés par des sexupares aptères, où la tendance à la production de sexués est plus marquée, donnent naissance à des aptères et à des mâles ; enfin quand cette tendance est encore plus poussée, les sexupares ailés n'engendrent que des femelles.

Un exemple est fourni par la deuxième série de l'expérience mentionnée au tableau XCI où la production des sexupares aptères ou ailés des diverses générations a été la suivante :

Tableau CXXXII

Composition de la descendance des Pucerons aptères et ailés élevés à la lumière naturelle et à une température moyenne de 19°.

Générations	Dates des mues imaginales	Nature des géniteurs	
		Aptères	Ailés
1re	13 janv.- 3 fév.	260 A 10 L	
2e	7 fév. - 5 mars	172 SA 16 L 23 SL 91 M	59 A
3e	25 fév. - 23 mars	95 SA 7 SL 83 M	85 SA 3 M
4e	18 mars- 6 avril	11 SA 117 SL 134 M	76 SA 15 M
5e	27 mars- 21 avril	8 SL 34 M	30 F

Les Pucerons ailés obtenus à la 1re génération de l'expérience mentionnée au tableau CXXXI étaient presque certainement des sexupares mais qui étaient engendrés par des sexupares aptères chez lesquels la tendance à la production de sexués était encore peu marquée (leurs sœurs aptères élevées dans les mêmes conditions ont produit, à cette date, 24 p. cent de sexupares et de mâles). Ces sexupares ailés, transportés sur le Chou, n'ont donné que des Pucerons aptères et des ailés et ces aptères n'ont engendré, à la génération suivante, que des aptères et des ailés ; au contraire, les aptères issus d'aptères ont produit, à cette date, 93 p. cent de sexupares et de mâles.

Les femelles sexuées représentent la production normale des sexupares ailés ; ces derniers engendrent d'autres formes lorsqu'ils sont placés dans des conditions plus ou moins défavorables à la reproduction sexuée.

En éliminant l'action de la température qui a été inférieure à la température inhibitrice, deux facteurs interviennent : la lumi[illegible] l'alimentation.

Nous avons fait remarquer que les sexupares ailés qui appar[illegible] à l'automne, en plein air ou au laboratoire, et qui s'alimente[illegible]

feuilles du Pêcher produisent exclusivement des femelles sexuées ; les sexupares ailés qui sont alimentés en octobre et parfois aussi en mars (5e génération, tableau ci-dessus) de feuilles de Chou ne produisent fréquemment que des femelles sexuées. Dans l'élevage des sexupares ailés mentionnés au tableau CII, et réalisé du mois de novembre au mois de juillet, aucune génération ne comprenait exclusivement des femelles sexuées ; la plus forte proportion de femelles sexuées et de sexupares ailés a été obtenue dans les générations élevées à la fin février et en mars. Au contraire, les sexupares aptères élevés dans les mêmes conditions depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de juin, donnent uniquement des sexupares et des mâles en quelques générations.

Ceci montre que les sexupares ailés, même alimentés de Chou, peuvent produire uniquement leur descendance normale, des femelles sexuées, lorsque la durée de l'éclairement qu'ils reçoivent est voisine de la durée optimum favorable à la production des sexués. Dès que celle-ci devient inférieure ou supérieure à l'optimum, la nourriture est susceptible de modifier la composition de la descendance ; elle peut entraîner finalement une production exclusivement parthénogénétique, les termes de transition étant fournis par les mâles, les sexupares ailés et les sexupares aptères (Bonnemaison, 1950 *a*).

2° Action combinée de la lumière et de l'alimentation. — Un éclairage de longue durée, et même permanent, n'inhibe totalement la reproduction sexuée chez les sexupares aptères ou ailés qu'après plusieurs générations ; son action peut être accélérée lorsqu'elle se combine avec une bonne alimentation ainsi que le montre l'expérience suivante.

Les premiers sexupares ailés, récoltés sur le Pêcher le 29 septembre, ont été élevés dans les conditions suivantes :

a) Sur feuilles de Chou : un élevage individuel et 2 lots comprenant chacun 10 individus ;

b) Sur rameau de Pêcher : 2 lots de 10 individus ;

c) Sur rameau de Pêcher recevant un éclairage permanent (naturel et artificiel) : 3 lots individuels et 3 lots de 10 Pucerons.

Tableau CXXXIII

Influence de la lumière et de l'alimentation sur l'inhibition de la reproduction sexuée.

Dates des naissances	Lumière naturelle Chou			Lum. nat. Pêcher		Lumière permanente Pêcher					
	1 SL	10SL	10SL	10SL	10SL	1 SL	1 SL	1 SL	10SL	10SL	10SL
1er oct	2 F	12 F			1 F		2 F	2 F	1 F	3 F	2 F
5 oct		5 F		2 F	3 F	1 F	1 F	1 F	3 F	3 F	5 F
10 oct.	2 F	6 F	3 F	2 F	1 F	1 F	1 F	1 F	3 F	4 F	4 F
18 oct.		7 L		1 F	6 F	1 F	2 F	2 F	3 F		3 F
24 oct.		4 L		3 F	3 F	3 F	3 F	2 F	5 F		3 F
31 oct.		5 L									

La lumière permanente n'a donc pas inhibé, même après 25 jours d'action, la production des femelles sexuées sur le Pêcher. Dans le lot comprenant 10 sexupares ailés élevés sur le Chou à la lumière naturelle, des Pucerons ailés sont nés à la suite des femelles sexuées, le 19e jour après le début de l'expérience.

Ces ailés et leurs descendants aptères ont été élevés individuellement sur le Chou, les uns à la lumière permanente, les autres à la lumière naturelle.

TABLEAU CXXXIV

Influence de la lumière et de l'alimentation sur l'inhibition de la reproduction sexuée.

Générations	Lumière permanente						Lumière naturelle					
2e 3 nov.-4 déc.	15 A. 4 L						27 A.					
3e 4 décembre ...... 23 décembre	20 A 2 L	12 A 4 L 1 M	43 A 5 L	44 A 6 L	35 A	35 A 4 L	5 A 1 SL	32 A	8 A 31SL	8 A 3 SL	21 A 3SL	9 A

Il s'est donc produit un arrêt de la production des sexués. La proportion d'ailés est restée élevée ; tous les ailés obtenus à la lumière permanente étaient des virginipares alors que la plupart des Pucerons du 2e lot étaient des sexupares ailés.

L'action de la lumière permanente ne s'est donc manifestée qu'à la 2e génération. L'alimentation sur le Chou des sexupares ailés a amené l'ébauche d'une reproduction parthénogénétique ; celle-ci a été par la suite enrayée partiellement sous l'action de la faible durée de l'éclairage qui a favorisé l'apparition des sexupares ailés.

C. — Conclusions.

Des *B. brassicæ* nourris de feuilles âgées de Chou ne donnent pas un pourcentage de sexupares ou de sexués plus élevé que des Pucerons de même origine alimentés exclusivement de feuilles de jeunes Choux en croissance active. Nous n'avons pas observé une augmentation de la proportion des sexués par l'élevage de Pucerons sur des feuilles baignant dans une solution nutritive additionnée de saccharose ou de sulfate de magnésie.

L'élevage des sexupares ailés de *M. persicæ* sur le Chou montre que la nourriture est capable de provoquer le remplacement de la reproduction sexuée par la reproduction parthénogénétique. Dans ce cas, deux facteurs sont modifiés : l'espèce de la plante-hôte (Chou au lieu de Pêcher) et l'état physiologique des tissus, les feuilles en cours de dessèchement du Pêcher étant remplacées par des feuilles de Chou encore en croissance.

Le Chou se prête mal à l'étude de l'influence de la nourriture sur la production des formes sexuées ; nous avons pu vérifier, avec d'autres espèces de Pucerons se nourrissant de plantes annuelles, que la maturité de la plante-hôte peut augmenter le pourcentage des formes sexuées.

Les sexupares ailés et les mâles de *S. plantaginea* apparaissent en plein air sur les Plantains encore en croissance.

Nous avons vu que l'on peut facilement obtenir au printemps et en été les formes sexuées de *M. persicæ* en nourrissant, avec de jeunes feuilles de Chou récoltées en plein air, des virginipares aptères qui sont placés dans des conditions de milieu (température, lumière) qui ne sont pas susceptibles d'inhiber leur naissance.

Ceci montre qu'une alimentation déficiente peut favoriser la production des formes sexuées mais qu'elle ne constitue pas un élément déterminant de l'apparition de ces dernières.

XVII. — EFFET DE GROUPE

Nous avons montré précédemment l'importance de « l'effet de groupe » sur la production des virginipares ailés. A l'automne, le nombre des Pucerons augmente d'une manière sensible et l'effet de groupe peut donc se manifester à ce moment, mais d'une manière moins marquée qu'à la fin du printemps, la densité des Pucerons étant généralement plus faible.

A. — B. brassicæ.

1° Influence de l'effet de groupe sur la production des formes sexuées. — Il a été indiqué page 213, la composition des diverses générations de la lignée 1947 élevée individuellement à l'automne et pendant l'hiver 1947-1948 ; le pourcentage des sexués fut relativement faible pour les 10 premières générations (12 septembre au 7 février), mais fut supérieur à 75 p. cent pour les 4 générations suivantes. Il en fut de même pour le rapport M/M + F qui fut supérieur à 75 p. cent pendant les 10 premières générations à l'exception de la 7e ; ce rapport varia de 36 à 60 pour les 11, 12, 13 et 14e générations.

La production des sexués fut beaucoup plus intense à l'automne 1948 avec cette même lignée 1947 et la lignée 1948 élevées individuellement à la température moyenne de 20° et à la lumière naturelle : il fut obtenu avec la lignée 1947, à la 4e génération, 47 p. cent de sexués dont 97 p. cent de mâles, à la 5e, 74 p. cent de sexués, dont 56 p. cent de mâles, à la 6e, 100 p. cent de sexués, dont 19 p. cent de mâles. La lignée 1948 a donné les chiffres suivants : 4e génération : 64 p. cent de sexués dont 75 p. cent de mâles, 5e : 97 p. cent de sexués, dont 2 p. cent de mâles.

Ces résultats montrent, qu'en automne, les femelles apparaissent généralement à la génération qui succède à celle où les mâles sont très

nombreux ; en outre, ces élevages ayant été conduits de manière à éviter l'effet de groupe ; cela prouve que les *mâles et les femelles peuvent apparaître en proportion importante en dehors de tout effet de groupe.*

Toutes les femelles ainsi obtenues provenaient de sexupares aptères ; il s'agissait donc d'un cas anormal, les femelles étant normalement engendrées par des sexupares ailés. Or, il n'a pas été observé une seule forme ailée, virginipare ou sexupare, ce qui nous amène à supposer que la *production des sexupares ailés, tout comme celle des virginipares ailés, est liée à l'effet de groupe.*

Une cinquantaine d'aptères de la lignée 1947 ont été prélevés au début de septembre dans une cage grillagée placée en plein air ; au printemps, il avait été mis dans cette cage, des descendants d'une fondatrice éclose en 1947. Ces Pucerons ont été déposés sur des feuilles coupées de manière à créer une surpopulation analogue à celle qui se produit sur les Choux en plein air ; ils ont été élevés au laboratoire dans les mêmes conditions de milieu que les élevages individuels de la lignée 1947 mentionnés au tableau LXXXVIII.

TABLEAU CXXXV

Influence de l'effet de groupe sur la production des formes sexuées (lignée 1947).

Générations	Dates de première et dernière mues imagin.	Elevages individuels				Elevages en surpopulation			
		Composition	%L / A+L	% sex.	%M / M+F	Composition	% L / A+L	% sex.	% M / M+L
1re	12-29/9	12A-0L-18M-0F	0	60	100	739 A-30 L [1]-205 M-316 F	3,9	40,3	39,3
2e	23/9-6/10	33A-0L-18M-0F	0	36,5	100	542 A-167 SL-13 M-210 F	26,9	26,4	5,8
3e	8-27/10	85A-0L- 1M-0F	0	1,1	100	Lot *a* 113 A-37 SL - 8 M- 30 F	24,6	20,2	21
						Lot *b* 177 A-37 L [1] - 10 M- 1 F	17,2	4,8	90,9
4e	18/10-20/11	79A-1L-20M-1F	1,1	20,7	95,2	Lot *a* 86 A-53 SL - 17 M- 80 F	38,1	39,8	17,5
						Lot *b* 1 A- 0 SL - 74 M-278 F	0	99,7	21,0

[1] Ailés virginipares et sexupares.

A partir de la 3e génération, les élevages en surpopulation comprenaient 2 lots placés dans les mêmes conditions de milieu : le lot *a* provenait d'aptères de la 2e génération en surpopulation, le lot *b*, de 3 aptères de la 1re génération prélevés en même temps que la cinquantaine de Pucerons utilisés pour la surpopulation ; ils furent élevés en lignées individuelles et engendrèrent 12 aptères et 14 mâles. Ces 12 aptères furent alors élevés en surpopulation et donnèrent 4,8 p. cent de sexués à la 3e génération, 99,7 p. cent à la 4e génération. La durée de l'éclairage naturel était de 11 h en moyenne au moment de la naissance des individus de la 3e génération.

Pour la période s'étendant du début de septembre à la fin de novembre, il fut obtenu au total :

Elevages individuels : 209 aptères, 1 intermédiaire, 57 mâles et 1 femelle, soit en moyenne 0,5 p. cent d'ailés, 21,6 p. cent de sexués, dont 98 p. cent de mâles ;

Elevages en surpopulation : 1 658 aptères, 324 sexupares ailés, 327 mâles et 915 femelles, soit en moyenne 16,3 p. cent de sexupares et de virginipares ailés, 35,3 p. cent de sexués dont 26,3 p. cent de mâles.

L'effet de groupe a donc entraîné une augmentation marquée du pourcentage global des sexués ; la proportion des femelles produites par les sexupares aptères a été notablement plus élevée ; ce chiffre est d'ailleurs inférieur à la réalité puisque la plupart des Pucerons ailés étaient des sexupares ailés qui auraient engendré des femelles sexuées. Il semble résulter de cette expérience que l'effet de groupe appliqué à des sexupares aptères favorise la naissance des femelles sexuées au détriment des mâles, bien que ces derniers soient la production normale des sexupares aptères.

2° Action combinée de l'effet de groupe et de la lumière. — Un éclairage journalier de longue durée inhibant l'apparition des formes sexuées, on pouvait supposer que la tendance à la production des femelles qu'occasionne l'effet de groupe pouvait être masquée, pendant la fin du printemps et l'été, par la trop longue durée du jour.

Il a été élevé, en surpopulation, à partir du 2 juillet 1948, deux groupes de 12 aptères provenant de la 7e génération retardée (voir p. 323) sur des feuilles de Chou dont la surface avait été réduite à 2 cm² (faces inférieure et supérieure de la feuille) ; l'un des élevages a été fait à la lumière naturelle (durée moyenne du jour : 16 h), l'autre, à la lumière naturelle réduite à une durée de 8 h par jour.

La composition des descendants de ces Pucerons a été la suivante :

A la lumière naturelle : 77 aptères et 5 ailés ;

A la lumière réduite à une durée de 8 h par jour : 67 femelles et 5 mâles, soit 100 p. cent de sexués, dont 6,9 p. cent de mâles.

5 aptères, frères des 24 aptères utilisés précédemment, élevés en lignées individuelles, sous un éclairage d'une durée de 8 h, ont engendré 76 aptères.

Un autre essai a été fait au printemps de l'année 1948. Un virginipare aptère provenant d'un lot élevé à la température du laboratoire et à la lumière permanente depuis 5 générations, a engendré 78 larves dont 70 parvinrent au stade adulte, 67 aptères et 3 ailés produits en dernier. Dès la mue imaginale, 26 aptères furent élevés à la température du laboratoire sous diverses conditions :

1° 17 d'entre eux, adultes le 1er avril, furent élevés à la lumière naturelle et mis en surpopulation sur une feuille dont la surface

avait été fortement réduite ; il fut obtenu 32 aptères, 49 ailés et 0 sexué ; 5 aptères et 5 ailés de ce lot furent élevés isolément ;

2° 9 autres Pucerons furent élevés individuellement :

5 à la lumière naturelle ;

4 à la lumière permanente.

Tableau CXXXVI

Influence de l'effet de groupe sur la production des formes sexuées.

	Lumière naturelle					Lumière permanente	
	Surpopulation			Elevages individuels		Elevages individuels	
	1re génér.	2e génération		1re génér.	2e génér.	1re génér.	2e génér.
	Des. d'apt.	Des. d'apt.	Des. d'ail.	Des. d'apt.	Des. d'apt.	Des. d'apt.	Des. d'apt.
	32A-49 L et SL	8M-12F 5M-13F 5M-16F 8M-15F 5M- 8F	11A 10A 16A 12A- 1F 3A-11F	47A 43A 39A 40A 59A	10A 14A-6M 8A-5M	34A-2L 57A-3L 29A 10M 28A- 19M	58A 50A- 6L 52A-13L
	32A 49L et SL	31M-64F	52A-12F	228A	32A-11M	148A-5L-29M	160A-19M
% sex.	0	100	18,7	0	13,5	15,9	0
% M / M+F	0	32,6	0		100	100	

L'effet de groupe a entraîné, dès la 1re génération et en moins de 16 jours à la température moyenne de 18-20°, la production de 60,4 p. cent d'ailés, dont un certain nombre de sexupares, et d'une forte proportion de sexupares aptères. La durée moyenne de la lumière naturelle a été de 13 h 30 pour la 1re génération et de 14 h 30 pour la 2e.

Des Pucerons aptères de la lignée 1947 ont été élevés au laboratoire à partir du 12 septembre 1947. Il fut obtenu, à la 1re génération, du 20 septembre au 5 octobre, 80 aptères et 22 mâles. Ces aptères furent élevés individuellement ou en surpopulation à la lumière naturelle et en surpopulation à la lumière permanente. Les élevages individuels produisirent 4 aptères, 68 mâles et 33 femelles, soit 67 p. cent de mâles et les élevages en surpopulation, 24 aptères, 12 sexupares ailés, 161 mâles et 125 femelles, soit 56 p. cent de mâles. Quelques aptères provenant du lot en surpopulation et élevés de manière que l'effet de groupe ne puisse agir, donnèrent naissance à 80 femelles sexuées ; par contre, il n'y eut aucun aptère, ailé ou mâle.

Dès la 1re génération, l'effet de groupe a donc diminué l'importance relative du nombre de mâles produits par les sexupares aptères et provoqué la production exclusive de femelles à la génération suivante.

Les aptères de la 2e génération soumis à la surpopulation et à la lumière permanente, engendrèrent 23 aptères, 81 ailés (la plupart sexupares), 140 mâles et 11 femelles, soit 92 p. cent de mâles.

3° Influence de l'effet de groupe sur les larves au premier stade. — Le rôle de l'effet de groupe sur la production des femelles étant mis en évidence, il était intéressant de délimiter le stade sensible à son action.

Dans ce but, il a été constitué 6 lots avec les larves produites pendant plusieurs jours consécutifs par des Pucerons aptères :

1° *Lot A :* formé par 300 larves disposées dans 3 cellules de 12 mm de diamètre et laissées en surpopulation pendant 72 h. Afin d'éliminer l'action de l'alimentation, les larves étaient transportées toutes les 24 h sur un nouvel emplacement.

Le nombre total des Pucerons est passé de 300 au début de l'expérience à 210 après 24 h, à 71 après 48 h et à 11 au début de 72 h. Les larves ont été ensuite élevées sur des feuilles coupées ;

2° *Lot B :* formé par 3 cellules renfermant chacune 100 larves laissées en surpopulation pendant 48 h ; l'emplacement des cellules a été changé au bout de 24 h.

La population totale est tombée de 300 larves à 196 à la fin du 1er jour et à 132 à la fin du 2e jour ;

3° *Lot C :* comprenant 2 cellules renfermant chacune 100 larves laissées en surpopulation pendant 30 h avec transfert des cellules au bout de 24 h. Il est resté 71 survivants à la fin de l'expérience ;

4° *Lot D :* comprenant 3 lots de 20 larves chacun mis dans les cellules précédemment employées, celles-ci étant transportées à l'emplacement occupé précédemment par les cellules du lot A. Cette expérience était faite en vue de déterminer l'influence d'une alimentation déficiente ; les larves ont été laissées en place pendant 4 jours ; il ne restait que 6 larves vivantes à la fin de l'expérience ;

5° *Lot E :* témoin, constitué par des larves mises directement sur des feuilles coupées.

TABLEAU CXXXVII

Action de l'effet de groupe sur des larves au premier stade.

Générations	Dates début et fin expérience	Lots				
		A	B	C	D	E
1re	9-19/ 9	7 A 1 I 1 L	52 A 2 I 5 L	17A	2A	219 A 4 L
2e	19/ 9-19/10	19 A 14 M 50 F	359 A 41 L 253 M 10 F	281A 8L 9M 1F	44A	243 A 6 L 16 M 1 F
	% sexués ...	77,1	39,6	0,3	0	0,6
	% M/M + F.	21,8	96,9	90,0	0	94,1
3e	3-27/10	23 M 73 F	83 A 22 M	26A 4M	30A	92 A 8 M
	% sexués ...	100	11,4	13,3	0	8
	% M/M + F.	23,9	100	100	0	100

L'expérience a été commencée le 9 septembre pour le lot A, le 10 pour le lot B, le 11 pour les lots C et D, le 12 pour le lot E. La température moyenne durant l'expérience a été de 21°.

Dans le cas où il ne subsistait qu'un très petit nombre de Pucerons, les survivants ont été groupés. Une seconde génération a été élevée en partant de 5 aptères, et, dans certains cas, une 3e avec 10 aptères.

Les pourcentages de sexués expriment le rapport de la somme des mâles et des femelles à celle des aptères, ailés, mâles et femelles ; les Pucerons ailés étaient en partie des sexupares.

L'effet de groupe s'exerçant sur des larves au premier stade pendant 72 h amène un certain nombre d'entre elles à devenir des sexupares aptères capables d'engendrer des femelles sexuées, ainsi que le montrent le pourcentage de sexués et le rapport M/M + F obtenus à la 2e génération des lots A et E ; ces différences sont encore plus marquées à la génération suivante.

Si l'effet de groupe n'agit que pendant 30 h sur les larves, il ne produit aucune modification ; s'il intervient pendant 48 h, il augmente la proportion des mâles mais non celle des femelles *(lot B)*. L'alimentation déficiente fournie par des tissus altérés par les piqûres des Pucerons n'a pas entraîné la production de Pucerons ailés, de mâles ou de femelles.

Il est possible d'obtenir expérimentalement des femelles sexuées à tout moment, même en plein été. Des virginipares aptères de *B. brassicæ* provenant d'un lot élevé au laboratoire et à la lumière naturelle depuis plusieurs générations ont été placés dans des cellules à raison de 10 adultes par élément (*lot G*, tableau n° LXXIV) ; les larves ont été laissées au contact de leur mère pendant 3, 6, 4 et 5 jours. Cinq aptères obtenus dans chaque série de la 1re génération ont été élevées à partir du 9 juillet de manière à éviter toute action de l'effet de groupe. La plupart de ces Pucerons ont engendré exclusivement des virginipares aptères ; mais l'un d'entre eux a donné naissance à 7 aptères et 5 femelles et un autre à 15 aptères et 3 femelles ; au cours de l'expérience, la durée de l'éclairage était de 15 h 30 et la température moyenne de 21°. Il a donc suffi que l'effet de groupe agisse pendant 3 jours au maximum sur des virginipares aptères et leurs larves pour entraîner la naissance de femelles sexuées à la génération suivante et 19 jours après son intervention.

4° Expériences réalisées avec la lignée 1945. — Nous avons effectué pendant l'hiver 1946-1947 et avec la lignée 1945, des expériences analogues à celles indiquées précédemment avec la lignée 1947 et dans des conditions de milieu identiques ; avec les Pucerons élevés individuellement, il fut obtenu 0,46 p. cent de sexués entre le 1er octobre et le 16 mai contre 4,8 p. cent de sexués (dont 55 p. cent de mâles) dans les élevages groupés.

Cette expérience a été recommencée à l'automne suivant dans les mêmes conditions : il ne fut pas observé de mâles ni de femelles dans les élevages individuels et 1,8 p. cent de sexués dans les élevages en surpopulation (dont 15 p. cent de mâles).

L'effet de groupe a donc amené l'apparition d'un petit nombre de

sexués et principalement de femelles dans une lignée où la reproduction sexuée était très peu marquée.

Les *conclusions* que l'on peut tirer de ces expériences sont les suivantes :

1° A l'automne comme au printemps, la production des sexupares ailés est nulle si l'effet de groupe est évité ;

2° Sous un éclairage d'une durée de 12 à 13 h 30, l'effet de groupe s'exerçant sur des adultes aptères, amène l'apparition d'un pourcentage important de sexupares ailés ou de femelles sexuées dans leur descendance ;

3° L'effet de groupe agit de deux manières :

a) En augmentant, d'une façon notable, le nombre des femelles sexuées produites par les sexupares aptères ;

b) En provoquant la naissance des sexupares ailés. C'est la raison pour laquelle les mâles sont, en plein air, notablement moins nombreux que les femelles ;

4° Appliqué à de jeunes larves pendant 72 h, l'effet de groupe amène la production de sexupares aptères capables d'engendrer un pourcentage important de femelles sexuées ;

5° En combinant la lumière permanente et l'effet de groupe, qui ont des actions antagonistes, on constate que la première surclasse le second ; dès la 1re génération, la lumière permanente diminue très fortement la proportion des femelles sexuées mais augmente le pourcentage des sexupares ailés.

B. — Myzus persicæ.

Les expériences mentionnées page 191 ont montré que des larves âgées de moins de 24 h, soumises à l'effet de groupe, devenaient ailées dans une forte proportion. Il était vraisemblable que l'effet de groupe appliqué au moment où les conditions de milieu permettaient la naissance des sexupares ailés augmenterait le nombre de ces derniers.

Des larves âgées de moins de 24 h et engendrées par des virginipares aptères provenant d'une fondatrice éclose 6 mois auparavant ont été élevées, à partir du 1er octobre, sur des feuilles coupées de Chou à raison de 50 larves par feuille ou dans des cellules de 12 mm de diamètre (60 larves par cellule) ; les larves ont été laissées dans les cellules pendant 4 jours (les cages ont été changées d'emplacement le 2e jour de l'expérience) et transportées ensuite sur des feuilles coupées.

Il a été obtenu :

Témoin : 122 aptères, 25 ailés, soit 17 p. cent d'ailés.
Lot en cellules : 130 aptères, 144 ailés, soit 52,5 p. cent d'ailés.

Dans les deux lots, environ la moitié des ailés obtenus étaient sexupares. L'effet de groupe a donc augmenté, d'une façon notable, la proportion des sexupares ailés mais n'a pas amené l'apparition des mâles.

C. — Conclusions.

Divers aphidologues ont signalé la rareté relative des mâles ; De Geer et Kyber élevant des Pucerons au laboratoire n'ont obtenu que des femelles sexuées. Balbiani (1898) estime qu'il y a chez le « gros Puceron brun de la Centaurée jacée » cinq fois plus de femelles sexuées que de mâles. Marchal (1911), étudiant *Chermes pini*, a également attiré l'attention sur cette question et a désigné sous le terme de « spanandrie », la rareté ou l'absence de mâles.

Ce phénomène serait, d'après lui, le facteur essentiel provoquant l'oblitération de la reproduction sexuée.

Les élevages individuels de *B. brassicæ* mentionnés aux tableaux LXXXV, LXXXVII, CV et CVI montrent que, presque toujours, la proportion des mâles est très supérieure à celles des femelles. Si l'on fait intervenir l'effet de groupe, ce rapport est inversé ainsi que le prouve l'expérience relatée page 315. Il est à noter qu'il n'apparaît pas de sexupares ailés dans les élevages individuels alors que dans les élevages où l'effet de groupe intervient, la proportion des sexupares ailés par rapport aux virginipares, sexupares aptères, et sexupares ailés est de 15 à 20 p. cent.

En admettant que les sexupares ailés produisent en moyenne une dizaine de femelles sexuées parvenant à l'état adulte, et les sexupares aptères une vingtaine de descendants dont la composition est proportionnelle à celle fournie par le lot A de la 3e génération (tableau CXXXV), la descendance globale de tous les Pucerons obtenus à la 2e génération du lot en surpopulation serait de 3 150 aptères ou sexupares aptères, 100 virginipares ou sexupares ailés, 260 mâles et 920 femelles ; en ajoutant à ces chiffres, les 900 femelles produites par les 90 sexupares ailés que comprenait la 2e génération, on obtient un total de 260 mâles pour 1 820 femelles, soit 12 p. cent de mâles seulement.

Dans la nature, les *Brevicoryne* constituent en automne des colonies où l'effet de groupe peut pleinement s'exercer ; il en résulte que le nombre des femelles est plus important que celui des mâles.

Les mâles de *M. persicæ* sont beaucoup moins nombreux que les femelles et les sexupares ailés ainsi qu'en témoignent les numérations effectuées sur des Pêchers au cours du mois d'octobre 1948 (tableau LXXXIX).

Les élevages individuels de cette espèce fournissent des chiffres irréguliers : à l'automne 1947, le rapport M/M + F a été de 42,8 p. cent (tableau XCI, 1re série) et à l'automne suivant de 89 p. cent pour la lignée 1947 et de 84 p. cent pour la lignée 1948. Lorsque l'on fait inter-

venir l'effet de groupe, la proportion des sexupares ailés augmente considérablement et le rapport des mâles à celui des sexupares ailés et des mâles obtenus dans ces conditions est très voisin de celui que l'on observe en plein air.

XVIII. — FACTEUR FONDATRICE

Nous avons signalé précédemment (chapitre XII) que les sexués de *B. brassicæ* naissent, au laboratoire, pendant tout l'hiver et jusqu'à la fin du printemps : les mâles apparaissent depuis les premiers jours de septembre jusqu'au début de juin ; les femelles de la fin septembre jusqu'au début de mai. Dans les mêmes conditions expérimentales, des mâles de *M. persicæ* naissent du 1er octobre au 26 mai, les femelles sexuées du 10 octobre au 30 avril.

En faisant éclore des œufs dans le courant de l'hiver, il semblait possible d'obtenir très rapidement des individus sexués puisque plusieurs générations pourraient se succéder jusqu'au mois de mai, époque limite de naissance des sexués pour les deux espèces précédentes. Nous avons vu également que les plus fortes proportions de sexués (souvent voisines de 100 p. cent) s'observaient dans le courant du mois de mars et dans les premiers jours d'avril.

Wilson (1938) a élevé une fondatrice d'*Aphis chloris* Koch., ainsi que ses descendants, dans des conditions de température et de lumière favorables à l'apparition des sexués (température égale ou inférieure à 21°, lumière d'une durée de 7 h par jour fournie par une lampe électrique d'une puissance de 100 watts) ; il a constaté que 10 générations étaient nécessaires pour qu'il y ait production d'un nombre important de sexués ; quelques femelles ovipares sont apparues dès la 5e génération.

A. — B. brassicæ.

Nous avons pu faire éclore un œuf d'hiver le 30 janvier 1948 ; la fondatrice est devenue adulte le 13 février et a produit 65 descendants *(fundatrigeniæ apteræ)*. Il a été constitué deux lignées à partir de ces *fundatrigeniæ apteræ* ; l'une a été faite, pour cette génération et pour les suivantes, avec les larves premières-nées afin de créer le nombre maximum de générations en un temps donné ; cette lignée a reçu le nom de « lignée à générations accélérées » ; l'autre, au contraire, appelée « lignée à générations retardées », a été faite constamment avec les larves dernières-nées ; chaque lignée comprenait 10 individus.

Des mâles sont apparus à la 5e génération retardée ; ils sont nés entre le 6 et le 12 mai, c'est-à-dire lorsque la durée de l'éclairage journalier était de 14 h 45 ; d'autres sexués n'ont été trouvés qu'à la 9e génération : un mâle né le 28 août et 10 femelles nées entre le 13 et le 28 août ; à ce moment la durée de l'éclairage était de 14 h.

TABLEAU CXXXVIII

Elevage des descendants d'une fondatrice adulte le 13 février 1948 en générations accélérées et retardées.

Générations accélérées						Générations retardées		
Nº	Dates premières et dernières naissances	Composition	Nº	Dates premières et dernières naissances	Composition	Nº	Dates premières et dernières naissances	Composition
3e	26/2-16/3/48	320 A	10e	15/5- 7/6	99 A	3e	12/3-31/3	140 A
4e	8/3- 5/4	230 A	11e	25/5-15/6	67 A	4e	2/4-26/4	178 A
5e	19/3- 1/4	141 A	12e	9/4- 2/7	95 A	5e	3/5 22/5	151A 5 M
6e	30/3-16/4	212 A	13e	23/6-12/7	92A 6 L	6e	28/5-12/6	86 A 1 L
7e	10/3-30/4	190 A	14e	19/7-28/7	96 A	7e	19/6- 2/7	78 A
8e	20/4- 3/5	158 A	15e	2/8-11/8	56A 4 L	8e	19/7-28/7	76 A
9e	4/5-22/5	115 A	16e	14/8-21/8	120 A	9e	13/8-30/8	1A 10 F 1 M
			17e	30/8-10/9	118 A			

(1) Descendance d'un seul adulte, les 9 autres étant morts avant d'avoir donné des jeunes.

Une nouvelle expérience a été faite au début de l'année 1949 ; l'œuf est éclos le 24 janvier et la fondatrice est devenue adulte le 7 février ; 2 *fundatrigeniæ apteræ* seulement sont parvenus au stade adulte et leurs descendants ont été élevés sous diverses conditions de lumière et de température, en lignées accélérées et retardées.

Les différents lots ont été élevés dans une salle où la température moyenne a été de 18° 5 en mars et de 20° en avril. Afin de hâter la production des sexués, ces élevages ont été faits jusqu'au 9 mars, à la lumière naturelle complétée par une lumière artificielle réglée par une minuterie afin que la durée totale de l'éclairage soit de 12 h par jour ; après le 9 mars, les Pucerons n'ont reçu que la lumière naturelle *(lots A* et *B)*.

Les lots C et D ont été constitués avec des aptères du lot A de la 4e génération dont la mue imaginale a eu lieu le 1er avril.

Le lot C recevait la lumière naturelle pendant 10 h par jour (de 7 h 30 à 17 h 30) et le lot D seulement pendant 8 h par jour (de 9 h 30 à 17 h 30).

Il est mentionné, dans le tableau CXXXIX, les dates des première et dernière mues imaginales des différentes générations.

1. *Production des mâles.* — Dans cette expérience, le premier mâle est né le 9 avril dans le lot D, soit 74 jours ou 2 mois 1/2 après l'éclosion de l'œuf d'hiver et à la 5e génération, le 13 avril pour le lot C et le 28 avril dans les lots A et B.

Les essais mentionnés au tableau LXXXV exécutés dans des conditions sensiblement identiques au précédentes ont donné de 76 à 100 p. cent de sexués (mâles et femelles) depuis le début de février jusqu'à la fin du mois de mars. Par ailleurs, les expériences citées au tableau CXVI ont montré qu'il pouvait être obtenu des mâles jusqu'au mois de juin. Nous avons vu également que la durée de lumière naturelle

optimum pour la production des sexués, décomptée d'après les heures du lever et du coucher du soleil, était de 11 à 11 h 30 ; cette durée d'éclairage est dépassée à partir de la mi-mars et la naissance des sexuales pouvait donc ne plus avoir lieu au-delà de cette date.

TABLEAU CXXXIX

Elevage de la lignée 1949 en générations accélérées et retardées ainsi que sous différentes conditions de lumière.

Générations	% Sexués et M/M+F	Lumière 12 h et natur. à partir du 9/3				C) Lumière natur. 10 h		D) Lumière natur. 8 h	
		A) Génér. accélérée		B) Génér. retardée					
		Dates des mues	Composition	Dates des mues	Composition	Dates des mues	Composition	Dates des mues	Composition
1re		10-12/2	2 A						
2e		18-28/2	10 A	24/2 1/3	2 A				
3e		2-23/3	333 A	7-21/3	34 A				
4e		14-28/3	294 A	28/3 8/4	138 A				
5e	% sex. M/M+F	28/3 13/4	174 A	20/4 4/3	125A-1L-7M 5,2 100	5-25/4	315A5SL21M 6 100	5-28/4	310A5SL10M 3,0 100
6e	% sex. %M/M+F	9-20/4	146 A	10-28/5	213 A-9 L-2 M 0,9 100	22/4 10/5	57A-1SL-57F 12 M 54 17	28/4 10/5	66A-7SL 126F-42M 69 25
7e	% sex. %M/M+F	22/4 12/5	111A-8M 6,7 100	28/5 14/6	524A-11L-3M 0,55 100	20/5 1/6	119F-18M 100 13	28/5 14/6	34A-1SL 210F-71M 89 25
8e	% sex. %M/M+F	9-28/5	601A-3L-1M 0,16 100	22/6 5/7	355A-3L-4M 1,1 100				

La fondatrice et ses descendants ont été élevés dans les conditions de température et de lumière les plus favorables à la production des formes sexuées puisqu'ils ont reçu une lumière naturelle et artificielle d'une durée de 12 h jusqu'au 9 mars. Les Pucerons de la 3e génération accélérée utilisés pour la 4e génération sont devenus adultes le 11 mars et ceux ayant servi de géniteurs pour la 5e génération, le 25 mars, c'est-à-dire au moment où la durée de l'éclairage était respectivement de 11 h 30 et de 12 h.

Les géniteurs de la 7e génération accélérée sont devenus adultes le 20 avril ; bien que la durée de l'éclairage, à cette date, fut de près de 14 h, des mâles sont nés à partir du 28 avril.

On peut conclure de ces expériences que les mâles apparaissent à la 5e génération retardée et à la 7e génération accélérée mais, dans les deux cas, leur naissance a eu lieu à la même date (28 avril) ce qui

permet de penser que le temps séparant la mue imaginale de la fondatrice importe plus que le nombre de générations. Il s'est passé 81 jours entre la mue imaginale de la fondatrice et la naissance des mâles pour les lots A et B et seulement 61 jours pour le lot D et 65 jours pour le lot C.

Les expériences poursuivies en 1948 ont donné des résultats moins nets ; la lignée accélérée n'a pas produit de mâles pendant tout le printemps et l'été ; par contre, il est né, entre le 6 et le 12 mai, un faible pourcentage de mâles à la 5e génération retardée ; ces mâles sont nés le 82e jour, soit près de 3 mois après la mue imaginale de la fondatrice.

Des mâles ont encore été notés à la 7e et à la 8e génération retardée de l'expérience mentionnée au tableau CXXXIX : leur naissance a eu lieu du 10 au 14 juin et du 1er au 5 juillet, c'est-à-dire au moment où les jours étaient les plus longs ; mais les premiers sexupares aptères sont nés vers le 1er avril, lorsque la durée du jour était de 12 h 30, ce qui était une durée d'éclairage suffisamment courte pour provoquer le déclenchement de la production des sexupares aptères. Ainsi que nous l'avons signalé page 310, une fois que la reproduction sexuée a débuté dans une lignée, il y a une tendance manifeste à une augmentation de la proportion des sexués dans les générations suivantes ; cette tendance a été partiellement contre-balancée dans le lot B par l'allongement progressif de la durée du jour ; il n'est pas apparu de femelle ni de sexupare ailé et le pourcentage de mâles a décru.

2. *Production des femelles.* — En 1948 comme en 1949, les femelles sont apparues plus tardivement que les mâles.

L'expérience a été faite en 1948 dans une pièce située au sous-sol ; l'éclairage était inférieur d'environ 30 p. cent à celui du local du rez-de-chaussée couramment utilisé pour les expériences ; la température de la pièce du sous-sol a peu varié et a été en moyenne de 19°. Les femelles sont apparues au cours de la 2e quinzaine du mois d'août (9e génération de la lignée retardée), c'est-à-dire lorsque la durée de l'éclairage était de 15 h et, par conséquent, notablement supérieure à la durée optimum de production des sexués.

Nous nous sommes efforcé de hâter la production des femelles sexuées en faisant intervenir la lumière pendant un temps réduit et l'effet de groupe sur les lignées accélérées ou retardées. Parallèlement aux expériences mentionnées au tableau CXXXIX, des élevages individuels ont été faits dans les mêmes conditions de température mais les Pucerons ne recevaient dans un lot que la lumière naturelle pendant 8 h par jour (de 9 h 30 à 17 h 30) ou un éclairage artificiel fourni par une lampe à fluorescence de 1 150 lumens pendant 13 h par jour.

Dans les deux cas, la réduction de la durée de l'éclairage a amené rapidement l'apparition de mâles et de femelles.

TABLEAU CXL

Influence d'une lumière artificielle d'une durée de 13 h et d'une lumière naturelle d'une durée de 8 h sur la production des formes sexuées.

13 heures lumière artificielle				8 heures lumière naturelle			
Générations	Dates de premières et dernières mues imagin.	Composition		Générations	Dates de première et dernièress mues imagin.	Composition	
		Lignée accélérée	Lignée retardée			Lignée accélérée	Lignée retardée
12e (1re)	9-19/6 1948	25 A	20 A	7e(1) (1re)	9/6-2/7	113 A	40 A
13e (2e)	3-13/7	23 A	2A 8M 2F	8e (2e)	23/6-19/7	43 A	32A 0M 5F
14e (3e)	3-11/8	3 A 8 M		9e (3e)	2-30/7	48 A 1M 9F	
15e (4e)	14-23/8	29 A 13 M		10e (4e)	2-13/8	12 A	
				11e (5e)	17-30/8	3A 8M 50F	

(1) Géniteurs provenant de la 11e génération pour la lignée accélérée et de la 6e pour la lignée retardée.

L'effet de groupe a eu une action extrêmement nette : 8 aptères de la 9e génération accélérée et 14 aptères de la 5e génération retardée ont été élevés sur une portion de feuille de Chou ; il a été obtenu, entre le 2 et le 18 juin, 69 ailés et 17 aptères avec la lignée accélérée, 12 ailés et 24 aptères avec la lignée retardée mais aucun sexué n'est apparu. Un nouvel essai a été fait le 2 juillet avec 29 aptères de la 7e génération retardée ; 12 ont été élevés à la lumière naturelle et 12 à la lumière naturelle réduite à 8 h par jour, sur une surface de 1 cm^2 ; les 5 autres aptères ont été utilisés comme témoin.

La descendance de ces Pucerons a été la suivante :

Témoin : 76 aptères ;

Lumière naturelle : 77 aptères et 5 ailés ;

8 h de lumière naturelle : 67 femelles et 5 mâles, soit 100 p. cent de sexués, dont 6,9 p. cent de mâles.

Ceci montre que 100 p. cent de sexués peuvent être obtenus dès le mois de juillet dans la descendance d'une fondatrice éclose quelques mois auparavant. Le même résultat peut être obtenu sans que l'on fasse intervenir l'effet de groupe ; dans les élevages individuels réalisés en 1949, la 7e génération du lot élevé à la lumière naturelle réduite à 10 h par jour comprenait 100 p. cent de sexués, dont 13,9 p. cent de mâles, celle élevée à la lumière naturelle pendant 8 h par jour, 89,1 p. cent de sexués, dont 28,8 p. cent de mâles. Les ailés qui sont apparus dans les deux lots à la 5e génération étaient des sexupares ; ils ont engendré exclusivement des femelles sexuées ou des femelles après un petit nombre d'aphides aptères ; la première femelle engendrée par un sexupare ailé est née le 17 avril.

B. — Myzus persicæ.

Une fondatrice a été isolée en plein air sous un manchon de mousseline ; la mue imaginale a eu lieu le 8 avril ; ses descendants *(fundatrigeniæ apteræ)* sont devenus adultes à partir du 20 avril. Le 30 avril, il a été récolté sur le Pêcher : 2 *fundatrigeniæ apteræ* qui avaient déjà donné des descendants dont la plupart étaient des larves ailées *(fundatrigeniæ alatæ)* et 2 de ces *fundatrigeniæ alatæ* au 4e stade.

Ces 4 Pucerons ont été élevés, ainsi que leur descendance, à la lumière réduite à 10 h par jour et en générations accélérées ou retardées.

TABLEAU CXLI

Elevages en générations accélérées et retardées sur le Chou à la lumière naturelle d'une durée de 10 h.

Générations	Descendance de *Fund. apteræ*		Descendance de *Fund. alatæ*	
	A Gén. accélérée	B. Gén. retardée	C. Gén. accélérée	D. Gén. retardée
2e	3-9/5 (1) 8 A-7 L	3-5/5 2 L		
3e	20 28/5 9 A-3 L	20/5-2/6 32 A-1 L	6-12/5 37 A	6-12/5 32 A
4e	3-20/6 42 A-12 L-5 SL	12-30/6 52 A-3 L-2 SL	20/5-7/6 19 A-35 L-4 SL	26/5-14/6 27 A-12 L
5e	30/6-7/7 46 A-4 M	10-28/7 23 A-3 L-2 SL-1 M	18/6-5/7 35 A-9 M	28/6-12/7 43 A-22 L-27 SL-4 M

(1) Dates des premières et dernières naissances.

Nous avons signalé que les sexupares ailés sont généralement roses à l'état larvaire alors que les virginipares ailés sont verts. Il fut observé 2 nymphes roses à la 3e génération du *lot A*, mais elles moururent avant d'avoir donné des descendants. Quatre des 39 ailés obtenus à la 4e génération du *lot C* étaient roses au 4e stade larvaire ; transportés sur des feuilles de Pêcher, ils donnèrent naissance à des femelles sexuées.

Les premiers sexupares ailés naquirent le 20 mai, soit 42 jours après la mue imaginale de la fondatrice ; d'autres sexupares ailés apparurent quelques jours plus tard dans les *lots A* et *B*.

Les mâles n'apparurent qu'à la génération suivante : les premières naissances eurent lieu le 2 juillet, soit 85 jours après que la fondatrice fut devenue adulte.

C. — Sappaphis plantaginea.

Les expériences ont été faites à partir de *fundatrigeniæ apteræ* provenant d'une fondatrice isolée en plein air. Ces *fundatrigeniæ*, devenus adultes le 16 mai, ont été élevés au laboratoire sur des rameaux

de Pommier, isolément ou en groupes de 10 aptères, à la lumière naturelle normale ou réduite à 10 h par jour.

A la lumière naturelle, trois élevages isolés ont donné (2e génération) : 2 aptères, 6 aptères, 21 aptères et 1 ailé ; avec un élevage groupé de 10 aptères, il a été obtenu 73 aptères et 51 ailés ; la mortalité a été extrêmement élevée à la génération suivante : 5 aptères et 2 ailés seulement ont pu parvenir à l'état adulte parmi la descendance de 30 aptères élevés isolément ou en groupe.

Dans le lot ne recevant que 10 h de lumière naturelle par jour, 4 élevages individuels ont produit respectivement (2e génération) : 2, 4, 7 et 12 aptères et un élevage groupé de 10 aptères a donné 4 aptères et 29 ailés ; plusieurs aptères ont été élevés dans les mêmes conditions sur des feuilles de Pommier mais ils sont morts très rapidement ainsi que leurs larves.

Trois des 29 *fundatrigeniæ alatæ* ont été transférés sur des feuilles de *Plantago media* et ont été élevés sous une lumière naturelle réduite à 8 h par jour ; ils ont donné naissance à 6, 18 et 18 aptères virginipares qui sont devenus adultes entre le 14 et le 16 juin (3e génération) ; 30 d'entre eux ont été élevés en groupes de 10 ; ils ont engendré 290 Pucerons aptères et 48 Pucerons ailés qui sont devenus adultes entre le 24 juin et le 16 juillet. Trois aptères élevés sur le Plantain, avec une lumière naturelle réduite à 8 h, ont produit des mâles, des sexupares aptères ou ailés ; 3 autres, élevés également sur le Plantain, mais sous une lumière artificielle d'une durée de 13 h, ont donné une plus faible proportion de mâles. Enfin, quelques ailés élevés sur le Pommier ont donné exclusivement naissance à des femelles sexuées. Les Pucerons aptères et ailés obtenus à la 4e génération étaient donc principalement des sexupares aptères ou ailés.

Tableau CXLII

Production accélérée des sexuales de S. plantaginea.

Générations	Conditions expérimentales				
	Fund. apteræ sur Pommier Lum. natur.	*Fund. apteræ* sur Pommier Lum. nat. 10h	*Fund. alatæ* sur Plantain Lum. nat. 8 h	*Fund. alatæ* sur Plantain Lum. nat. 13 h	Sexupares ail. sur Pommier Lum. nat. 10h
2e	16/5-4/6 102 A-52 L	19/5-10/6 29 A-29 L			
3e	1/6-18/6 5 A-2 L		7/6-14/6 42 A		
4e			18/6-9/7 290 A-48 SL		
5e			12/7-1/8 4 A-11 SL-23 M	28/6-3/8 200 A-10 SL-23M	63 F

Les sexuales sont donc apparus pour *S. plantaginea* à la 5e génération comme pour *B. brassicæ* et *M. persicæ*. Les mâles sont nés à partir du 12 juillet et les femelles du 2 juillet, soit respectivement 79 et 69 jours après la mue imaginale de la fondatrice.

D. — Conclusions.

Les expériences citées précédemment montrent que pour les trois espèces étudiées, les formes sexupares ou sexuées ne sont apparues qu'à la 4e ou à la 5e génération bien que les descendants des fondatrices soient placés dans les conditions de lumière et de température les plus favorables à leur production.

Les temps minima, depuis la mue imaginale de la fondatrice jusqu'à la naissance des sexupares ou sexués, ont été les suivants pour les trois espèces :

	B. brassicæ	*M. persicæ*	*S. plantaginea*
	—	—	—
Sexupares aptères	36 j. (4e gén.)	42 j. (4e gén.)	56 j. (4e gén.)
Sexupares ailés	59 j. (5e gén.)	42 j. (4e gén.)	61 j. (4e gén.)
Mâles	61 j. (5e gén.)	85 j. (5e gén.)	79 j. (5e gén.)
Femelles	69 j. (6e gén.)	52 j. (5e gén.)	69 j. (5e gén.)

Les femelles sont nées plus tôt que les mâles pour *M. persicæ* et *S. plantaginea* et un peu plus tard pour *B. brassicæ*. Cette anomalie s'explique facilement : alors que les sexupares ailés des 2 premières espèces apparaissent en dehors de tout effet de groupe, il est à peu près certain que des Pucerons aptères de la 3e génération de *B. brassicæ* élevés en surpopulation auraient produit à la génération suivante des sexupares ailés dont les descendants auraient été des femelles sexuées ; celles-ci seraient donc apparues à la 5e génération et une dizaine de jours avant les mâles.

Les formes sexuées n'apparaissent pas plus tôt dans les lignées accélérées que dans les lignées retardées ; elles s'observent aussi bien dans la descendance des *fundatrigeniæ apteræ* de *M. persicæ* et de *S. plantaginea* que dans celle des *fundatrigeniæ alatæ*.

On peut conclure de ces expériences que la naissance des individus sexués ne peut avoir lieu qu'un certain temps après la mue imaginale de la fondatrice.

QUATRIÈME PARTIE

XIX. — APERÇU SUR LES MIGRATIONS DES APHIDES

Les migrations des Aphides constituent une des particularités les plus curieuses de la biologie de ces insectes ; elles n'ont cependant donné lieu qu'à un petit nombre de travaux.

Ce phénomène a été signalé pour la première fois par LICHTENSTEIN (1877-1878-1879-1880) qui constata que certains Pucerons (*Tetraneura ulmi* Hartig, *T. cœrulescens* Pass.) émigrent, vers la fin du mois de juin, des feuilles de l'Orme sur les racines de graminées (Chiendent, Maïs). KESSLER (1880) avait observé que ces Pucerons abandonnaient complètement l'Orme et y revenaient en automne mais n'avait pu déterminer la plante-hôte intermédiaire.

Les termes de plante primitive originale, ou plante nourricière principale et de plante intermédiaire ont été définis par BLOCHMANN (1899).

L'étude de la biologie des Chermes a conduit CHOLODKOWSKY (1895-1896) à supposer que les ancêtres de ces Pucerons vivaient exclusivement sur l'écorce des *Picea* et qu'ils engendraient la génération sexuée à la fin de l'été. Ce n'est qu'ultérieurement que le cycle se serait modifié par la migration, qui a transformé le cycle annuel en un cycle bisannuel ; les ailés qui apparurent sur les *Picea* auraient été transportés par le vent, ou de toute autre manière, sur d'autres espèces de Conifères où ils déposèrent leurs œufs, ainsi que cela se produit actuellement avec diverses espèces de Pucerons. Les Pucerons qui purent éclore de ces œufs au printemps et qui étaient de petite taille par suite de cette nourriture particulière furent de nouveau transportés par le vent sur les *Picea* où ils donnèrent naissance à la génération sexuée ; le cycle bisannuel aurait donc pu prendre naissance grâce à la présence de plusieurs espèces de Conifères dans les forêts.

D'après NUSSLIN (1908-1910), les Pucerons ailés qui se sont développés sur les *Picea* auraient été pondre sur d'autres Conifères ; si leur descendance immédiate ne comprenait que des sexués, l'émigration n'aurait pas assuré la multiplication de l'espèce car les fondatrices qui auraient pu éclore au printemps suivant étaient incapables de se développer sur la plante-hôte étrangère. Par contre, si les Pucerons ailés ont engendré une génération parthénogénétique aptère qui s'est développée sur la nouvelle plante-hôte et qui a donné au printemps suivant des Pucerons ailés (sexupares), ceux-ci auront pu retourner sur les *Picea* et déposer l'œuf d'hiver.

Börner (1908) a une opinion diamétralement opposée à celle des deux auteurs précédents. D'après lui, les plantes nourricières primitives des espèces migratrices de Chermes étaient les plantes intermédiaires ; il étaie son hypothèse sur le fait que les diverses espèces de Chermes ne purent se créer qu'en relation avec plusieurs (et non une seule, le *Picea*) espèces de plantes nourricières.

Mordwilko (1907) suppose que les Pucerons étaient originairement tous ailés et que la reproduction était exclusivement sexuée ; les femelles parthénogénétiques aptères résulteraient d'une adaptation à des conditions favorables d'alimentation. Actuellement, les femelles sexuées sont presque toutes aptères et les mâles ailés ne s'observent plus que dans la famille des *Aphididæ*.

Les Aphides auraient été primitivement polyphages et se seraient adaptés progressivement aux différentes conditions de vie qui leur étaient offertes. S'appuyant sur les conceptions de Darwin, Mordwilko (1908) suppose que les premières espèces auraient été peu à peu remplacées par des formes nouvelles plus spécialisées ; cette spécialisation serait devenue de plus en plus marquée et aurait abouti à un nouveau morcellement des espèces. Par suite de la sélection naturelle, il n'aurait subsisté que les formes les mieux adaptées aux diverses conditions d'existence et les espèces primitives auraient disparu ; il se serait ainsi créé peu à peu des espèces monophages à partir d'espèces polyphages. Ces espèces polyphages auraient été, en outre, le point de départ des espèces migratrices, et la création d'espèces monophages et d'espèces migratrices aurait pour origine des phénomènes analogues permettant l'augmentation numérique des Pucerons.

A la fin du printemps, le feuillage et les rameaux des arbres et arbrisseaux qui hébergent les descendants des fondatrices des espèces migratrices cessent de croître, ce qui en diminue la valeur nutritive ; les émigrants apparaissent et vont se porter sur les plantes annuelles dont les tissus sont en plein développement ; à l'automne, au contraire, les plantes annuelles se dessèchent et les sexupares ailés retournent sur les arbres et arbrisseaux qui leur assurent, à ce moment, une nourriture satisfaisante.

Les migrations auraient été d'abord des plus irrégulières ; elles auraient pu se faire entre plusieurs espèces de plantes-hôtes principales et diverses espèces de plantes intermédiaires ; ces dernières assurant aux Pucerons une alimentation plus substantielle ont permis une multiplication de l'espèce beaucoup plus importante que celle qui pouvait avoir lieu chez les individus de la même espèce qui étaient restés sur la plante-hôte principale. La répétition de ce phénomène pendant de nombreuses années aurait abouti à sa stabilité ; en même temps une spécialisation alimentaire se serait créée en relation avec la plus grande abondance de certaines plantes par rapport à d'autres. Une sélection naturelle se serait opérée également parmi les Pucerons migrateurs ; ceux qui possédaient les organes sensoriels (yeux, antennes

avec de nombreux sensoria) et les ailes les plus développés auraient eu plus de chances de subsister que ceux qui étaient moins avantagés à ces divers points de vue.

Mordwilko (1924) a par la suite été amené à modifier son hypothèse car les plantes-hôtes primaires sont fréquemment d'une origine beaucoup plus ancienne que les plantes-hôtes secondaires. Le cycle entier des Pucerons se serait d'abord déroulé sur la plante-hôte primaire ; lorsque les plantes-hôtes secondaires se sont développées au voisinage des plantes-hôtes primaires, les Aphides qui se trouvaient sur ces dernières ont effectué des migrations facultatives puis régulières.

Les *Ulmus* sont les plantes-hôtes principales de tous les *Eriosomea ;* les diverses plantes-hôtes secondaires (*Malus*, *Pyrus*, Graminées, Carex, *Ribes*) sont apparus beaucoup plus tard ; primitivement monophages, les *Eriosomea* ont peu à peu émigré sur ces plantes. Le même phénomène a dû se produire avec les *Pemphigea* qui déposent leurs œufs d'hiver sur les *Populus*.

A. — Caractéristiques des espèces migratrices.

Les espèces migratrices ne présentent aucun caractère morphologique particulier permettant de les différencier des espèces non migratrices. Des espèces très voisines sont migratrices ou monœciques.

Les formes ailées des espèces migratrices ont généralement un nombre de sensoria plus élevé sur les articles antennaires que les espèces non migratrices, mais il existe de nombreuses exceptions.

Une plante peut héberger des espèces migratrices et des espèces non migratrices ; le Plantain par exemple est parasité par *Sappaphis plantaginea*, espèce migratrice, et par *Aphis plantaginis* Schrank, espèce monœcique.

En Amérique, *Ulmus americana* est une plante-hôte commune à plusieurs Eriosomiens : *Eriosoma Rileyi* Thomas, *E. Gillettei* Maxson et Hottes, espèces non migratrices, *E. lanigerum* Hausmann qui émigre sur les Pommiers, *E. americanum* Riley-Patch qui émigre sur les Amelanchiers.

En Europe, l'Orme champêtre est attaqué par *Eriosoma patchæ*, Borner et Blunck, 1916, qui effectue tout son cycle sur cette plante mais présente probablement une migration partielle et facultative, et par de nombreux autres Eriosomiens migrateurs : *E. lanuginosum* Hartig (plante intermédiaire : racines et éventuellement tiges du Poirier) *E. ulmi* Gmelin (plante intermédiaire : racines de groseiller, etc.) (Marchal, 1933).

Plusieurs espèces de *Pemphigus* sont inféodées au Peuplier ; certaines comme *P. spirothecæ* Pass. effectuent tout leur développement sur cet arbre alors que d'autres (*P. bursarius* L., *P. filaginis* Fonscolombe, *P. borealis* Tullgren) sont diœciques.

Ceci montre que la migration ne peut être attribuée exclusivement

aux modifications qui surviennent dans la composition des tissus de la plante-hôte primaire au printemps et de la plante-hôte secondaire à l'automne.

Certaines espèces ont la faculté de s'alimenter des feuilles des arbres, même lorsque ces dernières ont terminé leur croissance et que la circulation de la sève est considérablement ralentie, alors que d'autres en paraissent incapables et doivent se porter sur d'autres plantes pour subsister et se reproduire.

Il existe toute une gradation dans les migrations; certaines sont très rigides et leur origine doit être extrêmement ancienne; les cas les plus typiques sont offerts par les Chermes où le cycle complet ne s'accomplit qu'en 2 ans; les sexupares engendrent les sexués au début de l'été; les œufs fertilisés éclosent avant l'hiver mais la fondatrice hiverne et n'achève son développement qu'au printemps suivant : l'étroite association de ce cycle avec les Conifères et ces particularités biologiques permettent de penser que ces migrations étaient établies bien avant l'existence des conditions climatiques actuelles.

Chez les *Eriosomatidæ*, nous trouvons des migrations spécialisées, mais annuelles; les plantes-hôtes secondaires des *Eriosomatini* sont des racines *(Eriosoma ulmi)* ou des parties aériennes d'autres arbres *(E. lanigerum)*. La plupart des *Pemphigini* émigrent des plantes-hôtes diverses telles que le Peuplier, le Frêne, etc., sur des racines de plantes herbacées.

Les migrations paraissent s'être établies d'une manière relativement récente chez les Aphides de la famille des *Aphididæ*. Börner (1925) en a dressé une liste de 56 espèces qui émigrent des arbres sur les plantes herbacées; pour ces diverses espèces, si les plantes-hôtes primaires sont peu nombreuses, les plantes-hôtes secondaires sont fréquemment très variées, appartenant à plusieurs genres ou familles (cas de *Myzus persicæ* Sulz., *Aphis fabæ*, etc.). Quelques membres des *Aphidini* se sont adaptés à une existence semi-souterraine (*Anuraphis farfaræ* Koch).

Il est à noter que l'on ne peut établir que des relations très générales entre les diverses familles d'Aphides et la nature des migrations car il existe de nombreuses exceptions. C'est ainsi que l'on trouve parmi les *Aphididæ* des espèces qui émigrent d'arbres ou arbustes à d'autres arbres et arbrisseaux; en Amérique du Nord, *Myzus illinoisensis* émigre de *Viburnum prunifolium* sur *Vitis*, *Prociphilus tesselatus* émigre d'*Acer dasycarpus* sur *Alnus*, *Hormaphis hamamelidis* d'*Hamamelis virginica* à *Betula nigra* (Davidson, 1927). Une autre espèce, *Hamamelistes spinosus*, émigre également d'*Hamamelis* sur *Betula nigra*, mais le cycle s'étend sur deux ans. Les œufs fertilisés sont pondus au début de l'été mais ils n'éclosent pas avant le printemps suivant : les exsules *(alienicolæ)* immatures hivernent sur le Bouleau au début de l'hiver et terminent leur développement au printemps. Ils sont suivis de deux générations parthénogénétiques, la dernière étant

constituée par des sexupares qui retournent sur l'*Hamamelis* où ils donnent naissance à des sexués dans le courant du mois de juin (PERGANDE, 1901). Leur cycle présente par conséquent une certaine similitude avec celui des Chermes.

B. — Facteurs provoquant l'apparition des Fundatrigeniæ alatæ.

Les migrations se font dans deux sens différents ; au printemps, les *fundatrigeniæ apteræ* et, plus rarement, les fondatrices produisent des Pucerons ailés (*fundatrigeniæ alatæ, migrans alatæ,* migrants ou émigrants) qui abandonnent l'hôte primaire pour se porter sur la plante-hôte intermédiaire.

En automne, il apparaît sur cette plante-hôte intermédiaire des individus ailés (*sexupara* ou sexupares) qui retournent sur la plante-hôte primaire.

Nous étudierons séparément ces deux migrations chez *Myzus persicæ* et *Sappaphis plantaginea.*

1° Facteur interne. — Il existe chez les espèces diœciques un facteur interne qui tend à amener la production des *fundatrigeniæ alatæ ;* l'importance du rôle joué par ce facteur diffère suivant les espèces. Chez *Anuraphis cratægi* Kalt., qui occasionne des galles rouges sur les feuilles de *Crataegus*, la fondatrice n'engendre que des ailés qui émigrent sur diverses ombellifères.

Il n'en est pas de même chez *Sappaphis plantaginea ;* la fondatrice ne donne généralement naissance qu'à des aptères (p. 78) et la proportion des *fundatrigeniæ alatæ* augmente graduellement au cours des générations suivantes.

Myzus persicæ constitue un cas analogue ; la tendance à la production de *fundatrigeniæ alatæ* est cependant plus marquée et cette forme peut apparaître dans la descendance directe de la fondatrice.

Ce facteur interne n'existe pas chez les espèces monœciques telles que *B. brassicæ ;* la fondatrice n'engendre que des aptères et la production des Pucerons ailés qui apparaissent dans les générations suivantes est principalement attribuable à l'effet de groupe.

2° Influence de l'alimentation. — a) *Myzus persicæ.* — Nous avons vu (p. 63) que les fondatrices de *M. persicæ* donnent principalement naissance à des *fundatrigeniæ apteræ* qui engendrent en mélange des *fundatrigeniæ apteræ* et une proportion variable d'émigrants ; ceux-ci abandonnent le Pêcher peu de temps après la mue imaginale. Les *fundatrigeniæ apteræ* de la 2e génération produisent presque uniquement des émigrants. D'une manière générale, les Pêchers n'ont plus de Pucerons entre le 15 et le 30 mai.

Les feuilles de Pêcher commencent à apparaître dans la 3e décade de mars et se développent très rapidement ; les fondatrices éclosent au

moment où les feuilles émergent des bourgeons et elles vont naturellement se porter sur les feuilles les plus avancées, celles de l'extrémité des rameaux ; il en résulte que les *Myzus* se trouvent sur les feuilles les plus âgées de l'arbre, celles qui parviennent par conséquent le plus rapidement au terme de leur croissance. A cela s'ajoute l'altération des tissus provoquée par les piqûres de la fondatrice et de ses descendants qui provoquent rapidement un enroulement et une crispation caractéristiques du feuillage.

Dans ces conditions, l'alimentation devient rapidement des plus médiocres, ce qui explique l'apparition d'un pourcentage important d'ailés. Il était intéressant de préciser cependant, si cette production de migrants était dûe aux altérations foliaires résultant des piqûres des Pucerons ou si la composition des feuilles de Pêcher, même jeunes, entraînait la production des formes ailées.

Cette question a été étudiée de trois manières :

1° *Fundatrigeniæ apteræ* élevés sur le Pêcher en plein air et sur des rameaux coupés ;

2° *Exsules apteræ* transférés du Chou sur le Pêcher ;

3° *Fundatrigeniæ apteræ* élevés au laboratoire sur des feuilles de Chou.

Des fondatrices adultes ont été récoltées sur des feuilles de Pêcher le 7 avril 1948 et élevées au laboratoire sur des rameaux coupés de Pêcher ainsi que sur des feuilles de Chou.

Sur le Pêcher, une de ces fondatrices a produit 31 larves dont 14 sont devenues adultes : 10 aptères et 4 ailés ; ces 4 ailés ne sont pas nés les derniers mais ont été suivis de 8 larves dont 2 seulement, qui étaient aptères, sont devenues adultes ; les autres fondatrices n'ont engendré qu'un petit nombre de descendants qui étaient tous aptères.

Les fondatrices qui ont été placées sur le Chou sont mortes en moins de 5 jours et n'ont pas produit de jeunes.

Elevage de fundatrigeniæ apteræ sur le Pêcher. — Le 30 avril, cinq *fundatrigeniæ apteræ* ont été placés sur une jeune feuille d'un Pêcher planté en pleine terre ; ils ont engendré 13 ailés et 0 aptère. A la même date, il n'était plus trouvé que quelques ailés sur les Pêchers qui avaient reçu des œufs d'hiver.

Le 30 avril, des *fundatrigeniæ apteræ* adultes récoltés en plein air ont été élevés individuellement sur de jeunes pousses de Pêcher ; il a été obtenu :

A la 1re génération (6 élevages), naissances du 3 au 19 mai : 54 L, 1 I, 2 A.

A la 2e génération (2 élevages), naissances du 30 mai au 4 juin : 1 L, 9 A.

Les 2 aptères et l'intermédiaire, obtenus dans la 1re génération, ne sont pas apparus parmi les premiers-nés mais au milieu de la période de reproduction. A la 2e génération, 1 aptère a engendré 2 aptères,

1 ailé puis 1 aptère, l'autre a donné naissance à 6 aptères. Ces aptères, élevés sur le Pêcher, sont morts sans avoir donné de jeunes.

Elevage d'exsules apteræ sur le Pêcher. — Quatre Pucerons aptères, provenant de la 4e génération de *fundatrigeniæ apteræ* élevés sur Chou, ont été placés individuellement, dès la mue imaginale, sur de jeunes pousses de Pêcher. Ces Pucerons ont vécu 10 jours au maximum sur le Pêcher et ont produit 3 à 10 larves, du 21 au 30 juin ; 10 larves seulement sont devenues adultes ; elles étaient toutes aptères. Quatre de ces Pucerons ont été élevés individuellement sur le Pêcher ; ils ont donné naissance, du 9 au 29 juillet à 4, 5 et 7 larves (un Puceron est mort au bout de 4 jours sans avoir donné de jeunes) ; 2 Pucerons seulement ont pu devenir adultes ; ils étaient aptères et sont morts le 9e le et 24e jours, après la mue imaginale, sans avoir donné de jeunes.

Elevage de fundatrigeniæ apteræ sur le Chou. — Des *fundatrigeniæ apteræ* au 3e stade, descendants directs des fondatrices élevées au laboratoire sur des rameaux de Pêcher, ont été transférés sur des feuilles de Chou ; ils se sont développés et reproduits sans difficulté ; l'un d'entre eux a produit 67 larves qui ont été réparties sur plusieurs feuilles de Chou ; il a été obtenu 39 aptères et 14 ailés. Un autre a engendré 61 larves (38 aptères et 3 ailés). Le changement de nourriture n'a pas diminué la fécondité des Pucerons et l'a plutôt augmentée ; une proportion assez élevée d'ailés a été notée dans la descendance du premier Puceron ; il est possible que cela soit partiellement dû à l'action de l'effet de groupe (bien qu'il ait été mis 25 larves au maximum par feuille de 70 cm² de surface) car il a été noté, dans ces élevages, une corrélation positive assez nette entre le nombre des larves par cage et celui des ailés.

Les *fundatrigeniæ apteræ* peuvent donc se reproduire sur le Chou ; il n'est, par conséquent, nullement indispensable qu'il y ait production d'émigrants ailés pour que l'espèce puisse se développer sur des plantes-hôtes secondaires. Cependant, les descendants de ces *fundatrigeniæ apteræ* étaient légèrement plus petits et un peu plus jaunâtres que ceux des émigrants ailés.

TABLEAU CXLIII

Composition de la descendance de fundatrigeniæ apteræ élevés sur le Chou.

Générations	Dates des premières et dernières mues imagin.	Composition				Générations	Dates des premières et dernières mues imagin.	Composition			
		A	L	S	M			A	L	S	M
1re (1)	8/5-25/5	77	17			5e	9/7-29/7	25	0		
2e	19/5-11/6	115	3			6e	28/7-26/8	20	0		
3e	11/6-17/6	40	0			7e	31/8-29/9	99	0		
4e	30/6-9/7	62	4			8e	28/9-28/10	14	0	4	7

(1) *Fundatrigeniæ apteræ.*

Les élevages individuels des descendants de *fundatrigeniæ apteræ* ont été poursuivis jusqu'à l'automne; la composition des différentes générations est indiquée dans le tableau ci-contre.

Les ailés sont apparus principalement au début de mai et dans une proportion beaucoup plus faible jusqu'à la première décade de juillet; il n'en a plus été observé un seul, du début de juillet jusqu'au moment de la production des sexupares et des mâles.

Ces expériences montrent que les *fundatrigeniæ apteræ* de la 1re génération, élevés isolément au laboratoire, sur de jeunes rameaux de Pêcher, n'engendrent pas exclusivement des ailés en 1 ou 2 générations; en plein été, les feuilles de Pêcher qui ont à ce moment terminé leur croissance depuis plusieurs semaines, n'entraînent pas immanquablement la naissance d'ailés même dans la descendance d'*exsules apteræ*.

La production exclusive d'émigrants d'ailés dans la descendance ou l'arrière-descendance des *fundatrigeniæ apteræ* issus de fondatrices que l'on observe dans les conditions normales, semble relever pour une part de l'alimentation et de l'action de l'effet de groupe. En devenant âgées, les feuilles assurent une nourriture déficiente aux insectes d'autant plus que les piqûres de ces derniers altèrent rapidement les tissus foliaires.

Cette action de la nourriture s'exerce très fortement : 5 Pucerons aptères adultes provenant de la 1re génération d'un *fundatrigenia aptera* élevé sur le Chou ont été utilisés comme suit : 2 ont été transportés sur un jeune rameau de Pêcher et les 3 autres sur une feuille de Chou. Ces Aphides ont engendré la descendance suivante :

Dates de naissance	Pêcher		Chou		
20 mai	4 L	2 L	1 A		1 A-1 L
23 mai	2 L	1 L	3 A-1 L	3 A	
25 mai	2 L-1 A		3 A-2 L	4 A	5 A
28 mai	1 A		2 A		2 A
31 mai	3 A	2 L		6 A	2 A
2 juin	1 A	3 L			5 A
	8 L-6 A	8 L	9 A-3 L	13 A	15 A-1 L

Nous avons indiqué (p. 223) l'expérience réalisée à Bordeaux à partir du 23 mars : des virginipares ailés provenant de virginipares aptères dont la croissance s'était effectuée sur le Chou, ont été déposés sur de jeunes rameaux de Pêcher dont le débourrement avait débuté le 15 février; ils donnèrent naissance à quelques aptères qui furent très féconds et produisirent presque exclusivement des ailés. L'effet de groupe, ainsi que nous le verrons dans les pages suivantes, a contribué pour beaucoup dans cette production d'ailés; cette expérience montre, cependant, que la nourriture fournie par des feuilles de Pêcher amène la naissance des ailés dans la descendance d'exsules aptères.

b) *Sappaphis plantaginea.* — Les premiers *fundatrigeniæ apteræ* sont devenus adultes le 16 mai 1949; une partie d'entre eux ont été élevés isolément au laboratoire sur des rameaux de Pommier. Trois éle-

vages isolés ont produit respectivement (2e génération) du 1er au 14 juin, 2 aptères, 6 aptères, 21 aptères et 1 ailé. Dix de ces aptères ont été élevés isolément sur des jeunes feuilles de Pommier ; 9 sont morts en moins de 3 jours sans donner de larves, le dernier n'a donné que 2 aptères ; la mortalité a été également très forte avec des élevages groupés, l'expérience ayant été commencée avec les derniers descendants des fondatrices et la sécheresse anormale ayant amené un durcissement très marqué des feuilles.

Des *fundatrigeniæ apteræ* et *alatæ* de la 2e génération ont été transportés sur des feuilles de Plantain. Sur les 5 *fundatrigeniæ apteræ* utilisés, 2 sont morts sans avoir donné de larves, l'un après avoir vécu 14 jours et l'autre 27 jours ; le 3e est mort le 11e jour et a engendré 3 larves qui sont mortes 4 jours après leur naissance ; enfin, les 2 derniers ont produit respectivement 3 aptères, 3 aptères et 1 ailé. Deux *fundatrigeniæ alatæ* ont engendré 8 aptères ; au cours des générations suivantes, il n'a été obtenu que des aptères : les *fundatrigeniæ apteræ* de *S. plantaginea* sont capables, comme ceux de *M. persicæ*, de se développer sur la plante-hôte secondaire et de donner naissance à des sexupares aptères ou ailés.

S. plantaginea est considéré comme une espèce à migration absolue et, dans les conditions normales, nous n'avons pas observé cette espèce sur le Pommier après le 15 juillet. Nous avons cependant pu maintenir cet Aphide sur la plante-hôte primaire pendant tout l'été 1949 malgré la chaleur et la sécheresse qui ont caractérisé cette année et qui ont entraîné précocement le durcissement des feuilles. Ceci a pu être obtenu en prenant la précaution de placer les Pucerons sur les rares feuilles de l'extrémité des rameaux qui étaient en cours de développement et en évitant l'effet de groupe.

L'expérience a été commencée le 23 mai : 5 *fundatrigeniæ apteræ* ont été déposés sur 5 jeunes feuilles de Pommier recouvertes d'un manchon de cellophane : l'un de ces Pucerons est mort au bout de quelques jours ; les 4 autres ont produit respectivement 8 ailés et 6 aptères, 8 ailés et 1 aptère, 7 ailés et 1 aptère et enfin 16 ailés. Une 2e génération a été faite le 8 juin, qui a donné naissance à des aptères et à des ailés ; la 3e génération a été constituée le 30 juin et a engendré des aptères et des ailés. Par la suite, le transfert des Pucerons occasionnant une mortalité élevée et les jeunes feuilles étant très difficiles à trouver, les Pucerons ont été laissés en petit nombre sur les feuilles qu'ils occupaient ; le 25 juillet, presque tous les Pucerons étaient aptères. Les Pucerons se sont maintenus sur le Pommier jusqu'à l'automne ; les larves qui gagnaient les feuilles âgées devenaient des nymphes et une forte proportion de formes ailées a été notée au début de septembre.

Cette expérience montre qu'une espèce considérée comme ayant une migration absolue, peut se maintenir sur l'hôte primaire si elle trouve des tissus suffisamment jeunes pour assurer sa croissance dans des conditions satisfaisantes même si la température et l'éclairement sont élevés.

3° Influence de l'effet de groupe. — L'effet de groupe superpose ses effets à celui de l'alimentation et accélère la production des virginipares ailés.

a) *Myzus persicæ.* — Parallèlement aux élevages individuels sur le Pêcher mentionnés p. 335, il a été élevé, entre le 15 mai et le 20 juin, des groupes de 10 à 15 *fundatrigeniæ apteræ* sur des feuilles de Pêcher ; les *fundatrigeniæ alatæ* sont apparus dans une proportion de 95 à 100 p. cent ;

b) *Sappaphis plantaginea.* — Nous avons indiqué précédemment que 3 *fundatrigeniæ apteræ* avaient été élevés individuellement sur le Pommier à la lumière naturelle et avaient produit respectivement 2 aptères, 6 aptères, 21 aptères et 1 ailé.

Des *fundatrigeniæ apteræ* provenant de fondatrices ont été élevés, à partir du 16 mai, sur le Pommier, à la lumière naturelle, ou avec une lumière naturelle réduite à 10 h par jour ; les uns ont été élevés individuellement et les autres par groupes de 10 sur de jeunes rameaux de Pommier, comprenant 2 à 3 feuilles. Dans les deux cas, les larves étaient séparées de leur mère tous les 3 à 4 jours. La descendance de ces Pucerons a été la suivante :

Lumière naturelle :	élevages isolés	: 29 A,	1 L,	3,3	p. cent	*F. alatæ*
	élevages groupés	: 73 A,	51 L,	41,1	—	—
Lumière réduite :	élevages isolés	: 25 A,		0	—	—
	élevages groupés	: 4 A,	29 L,	87,8	—	—

Les pourcentages de *fundatrigeniæ alatæ* ont été très élevés dans les élevages groupés et presque nuls dans les élevages isolés, ce qui démontre l'influence marquée de l'effet de groupe sur la production des migrants.

Dans l'expérience citée p. 338, les Pucerons n'ont pu être maintenus sur le Pommier pendant tout l'été qu'en évitant tout effet de groupe sur les Aphides nourris de jeunes feuilles.

C. — Facteurs provoquant l'apparition des sexupares ailés.

D'après Mordwilko (1908-1909) la production des sexupares est dûe à la maturité et au dessèchement des plantes-hôtes secondaires. Nous avons indiqué au chapitre XV, toute l'importance de la durée de la lumière sur la production des sexupares ailés. Cependant, l'action de la lumière ne permet pas d'expliquer tous les cas de production des sexupares ; d'autres facteurs interviennent avec des modalités diverses.

1° Facteur interne. — Il a été signalé (p. 213 et 258) que les sexupares ailés n'apparaissaient pas, en automne, dans les lignées de *B. brassicæ* élevées au laboratoire et à la lumière naturelle, à la condition que l'effet de groupe soit évité ; les sexupares aptères engendrant

des mâles et des femelles, ces lignées peuvent donner finalement 100 p. cent de sexués. Il existe, par contre, un facteur interne (p. 264) qui amène, parallèlement à l'apparition des sexupares aptères, celle des sexupares ailés de *M. persicœ* et de *S. plantaginea* lorsque la phase diurne est suffisamment courte, et indépendamment de l'effet de groupe ; l'action de ce facteur disparaît chez *M. persicœ*, après 1 à 3 ans de reproduction parthénogénétique.

2° **Influence de la lumière.** — Nous avons montré (p. 324 et 328) qu'il était possible d'obtenir des sexupares et des sexués en plein été par l'élevage de *M. persicœ* et de *S. plantaginea* sur des feuilles en croissance active à la condition d'exposer les Pucerons à une lumière naturelle ou artificielle pendant 8 à 13 h par jour. Ces expériences prouvent, au moins en ce qui concerne ces deux espèces (mais il est vraisemblable que leurs conclusions peuvent être étendues à de nombreuses autres espèces vivant sur les parties aériennes des plantes) que l'alimentation n'a pas le rôle essentiel que lui attribuait Mordwilko.

3° **Influence de l'alimentation.** — L'action directe de la lumière sur la production des formes sexupares et sexuées ne peut cependant expliquer l'apparition des sexupares chez les espèces radicicoles. Il est évident que, dans ce cas, les Pucerons échappent totalement à son influence directe ; cependant, les sexupares de ces espèces naissent généralement en automne. Nous avons indiqué au chapitre XVIII que les sexupares ne pouvaient apparaître dans la descendance d'une fondatrice qu'un certain temps après la mue imaginale de cette dernière ; il semble que 40 jours soient nécessaires pour *M. persicœ* et 55 à 60 jours pour *S. plantaginea*. Dès que ce temps est écoulé, les formes sexupares et sexuées pourront alors apparaître dès que la température ne sera pas supérieure à celle permettant la production des formes sexupares (voir chapitre XIV).

La nature et l'état physiologique de la plante-hôte peuvent alors intervenir. Nous avons signalé (1949 d) que les sexupares ailés de *M. persicœ* alimentés de feuilles de Pêcher produisent exclusivement des femelles sexuées ; nourris de feuilles de Chou, ils sont capables d'engendrer, outre des femelles sexuées et des mâles, des sexupares aptères et ailés ainsi que des virginipares aptères et ailés ; une alimentation abondante et de bonne qualité est donc capable d'amener le remplacement, au moins partiel, de la reproduction sexuée par la reproduction parthénogénétique.

En automne, les virginipares ailés peuvent s'alimenter des feuilles du Pêcher et se reproduire. Nous avons déposé, le 7 octobre, des nymphes au 3e stade sur des feuilles de Chou et des rameaux de Pêcher. 75 p. cent d'entre elles sont devenues adultes ; quelques Pucerons ont vécu 1 mois sur le Pêcher et 1 mois 1/2 sur le Chou. La fécondité des ailés nourris avec les feuilles de Pêcher a été très faible et la crois-

sance de leurs larves extrêmement lente : le développement larvaire a été de 33 jours en moyenne alors qu'il n'était que de 12 jours pour les larves élevées sur le Chou ; leur taille n'était que la moitié de la normale.

Les sexupares de toutes les espèces n'ont pas la faculté de s'alimenter des plantes-hôtes secondaires : nous avons eu beaucoup de difficultés à élever des sexupares ailés de *S. plantaginea* sur des feuilles de Plantain et à obtenir des œufs sur cette plante.

La diminution de la valeur alimentaire de la plante-hôte ne peut constituer à elle seule, l'agent déterminant des migrations. Il existe un grand nombre d'espèces qui piquent les feuilles et les tiges des arbres et arbustes et qui n'émigrent pas : *Chaitophorus populi* L. et *C. tremulæ* Koch se développent sur les Peupliers, les *Periphyllus* sur les feuilles des *Acer*, *Pterochlorus saligna* Gmelin sur les branches des Osiers et des Saules, *Pterochlorus longipes* Dufour et *P. roboris* L., *Stomaphis quercus* L., *S. longirostris* Fab. sur les rameaux des Chênes ; les espèces appartenant à la sous-tribu des *Lachnina* effectuent toutes leur cycle sur des arbres (principalement *Picea* et *Pinus* sp.).

Il semble que les premières conceptions de Mordwilko (1908), sur le déterminisme des migrations, soient exactes pour un certain nombre d'espèces. En admettant que les Pucerons aient été polyphages à l'origine, il est vraisemblable que des espèces aient pu s'adapter peu à peu à aller d'une plante primaire à une plante intermédiaire et à revenir ensuite sur le premier hôte pour y déposer les œufs d'hiver ; ces migrations, d'abord des plus irrégulières, ont pu se stabiliser peu à peu par suite de la sélection naturelle. Mais il paraît tout aussi logique d'admettre que d'autres espèces, ou les mêmes espèces, aient pu s'adapter, également par suite de la sélection naturelle, à vivre toute l'année sur les arbres ou arbustes par l'acquisition progressive de caractères morphologiques spéciaux et en particulier par l'allongement des mandibules et des maxilles : un des principaux caractères généraux des espèces non migrantes vivant sur les plantes ligneuses réside, en effet, dans la longueur et la puissance des stylets.

La fondatrice de *Tetraneura ulmi* Hartig provoque au printemps des galles globuleuses sur les feuilles des Ormes. A Versailles, les cécidies s'ouvrent dans les premiers jours de juin et les émigrants ailés se portent sur les racines de graminées cultivées ou sauvages : Blé, Orge, Avoine, Maïs, Seigle,Sorgho, *Lolium*, *Poa*, *Panicum*, etc. En 1948, la migration a commencé le 2 juin et s'est terminée le 18 juin. Marchal a observé la migration de retour à partir du 10 septembre. En Allemagne, Kessler (1878, 1880) a noté la migration depuis la première quinzaine d'août jusqu'au début d'octobre. Nous avons noté l'apparition des sexupares ailés sur des racines d'Orge, dès le 20 août.

Mordwilko (1907) a signalé que les Pucerons radicicoles se développant sur des graminées annuelles, évoluent à la fin de l'été principalement en sexupares ailés alors que ceux qui se trouvent sur les racines de plantes vivaces sont principalement des aptères qui hivernent sur

ces plantes. Les Pucerons aptères qui se trouvent sur les racines des plantes annuelles ont des antennes à 6 articles et des yeux composés bien développés alors que ceux qui se nourissent des racines des plantes vivaces ont des antennes à 5 articles et des yeux à 3 facettes seulement. Cet intéressant phénomène biologique constitue évidemment un argument de grande valeur en faveur du rôle joué par l'état physiologique de la plante sur la production des sexués.

On peut objecter, cependant, ainsi que le fait Marchal (1933) en se référant à ses observations sur des Chermes, que les plantes annuelles portent des colonies constituées par des descendants immédiats de gallicoles, c'est-à-dire présentent une tendance marquée à donner des sexupares. Nous avons montré que la tendance à la production des formes sexuées diminue graduellement chez les *Aphidinæ* tels que *B. brassicæ* et *M. persicæ* à la suite d'une reproduction parthénogénétique continue supérieure à 15 mois.

Mordwilko invoque l'action de la nourriture pour expliquer les particularités biologiques du cycle de *T. ulmi;* nous avons vu précédemment que des sexupares ailés de *M. persicæ* alimentés de jeunes feuilles de Chou engendraient des individus sexués ainsi que des sexupares aptères ou ailés et des virginipares. Les graminées vivaces doivent conduire de la même manière à la production de *T. ulmi* virginipares.

4° Influence de l'effet de groupe. — Nous avons signalé que chez *B. brassicæ*, espèce non migratrice, les sexupares ailés n'apparaissent pas si l'on prend la précaution d'éviter l'effet de groupe. Les sexupares ailés de *M. persicæ* et de *S. plantaginea* apparaissent en dehors de toute action de l'effet de groupe, mais nous avons noté que la proportion des sexupares ailés par rapport aux virginipares aptères ou sexupares aptères était plus élevée dans la descendance des aptères surpeuplés que dans celle des Pucerons isolés.

L'effet de groupe intervient d'une façon secondaire dans la production des sexupares ailés et, par conséquent, dans le phénomène de la migration ; il ne provoque pas cette dernière, mais peut la hâter en raison de son action favorable à la production des formes ailées.

Le cycle biologique complet peut être réalisé sans passer par l'intermédiaire des émigrants ailés ; nous avons pu obtenir des Pucerons sexués en plaçant sur la plante-hôte secondaire des *fundatrigeniæ apteræ* de *M. persicæ* et de *S. plantaginea.* Les sexupares de *M. persicæ* ont été notés à la 4e génération après la fondatrice et les mâles à la 5e dans la descendance des *fundatrigeniæ apteræ* comme dans celle des *fundatrigeniæ alatæ.* Par contre, les sexupares de *S. plantaginea* semblent apparaître plus tardivement dans la descendance des *fundatrigeniæ apteræ* que dans celle des *fundatrigeniæ alatæ* ainsi que le montre l'expérience suivante : des *fundatrigeniæ apteræ* de la 2e génération ont été élevés, dès la mue imaginale, sur des feuilles de Plantain et n'ont reçu la lumière naturelle que pendant 8 h par jour ; des

fundatrigeniæ alatæ sœurs des précédentes ont été placés sur des feuilles de Plantain et élevés dans les mêmes conditions de température que les *fundatrigeniæ apteræ;* un lot n'a reçu qu'une lumière naturelle d'une durée de 8 h par jour dès le 10 juin et l'autre, provenant de la 4e génération de ce lot, une lumière artificielle pendant 13 h par jour. La composition de la descendance de ces deux lots est indiquée ci-dessous :

	Descendants de fundatrigeniæ		
	apteræ (8h. lum.)	*alatæ* (8 h. lum.)	*alatæ* (13 h. lum.)
3e génération (14-27/6).........	6 A 1 L	42 A	
4e — (24/6-16/7)	27 A 2 L	290 A 48 SL	
5e — (19/7-5/8)	33 A 20 L	4 A 11 SL 18M	200 A 10 L 33 M
6e — (29/7-20/8)	191 A 11 L	8 A 1 SL 7M	175 A 3 L
7e — (16-28/5)	70 A		158 A
8e — (25/8-16/9)	68 A 1 M		322 A
9e — (3/9-16/9)	43 A		387 A 3 M
10e — (4/9-15/9)	6 A 3 SL 2 M		20 A 36 SL 8 M

Les ailés provenant de la 4e génération du lot issu des *fundatrigeniæ alatæ* étaient des sexupares; transportés sur le Pommier, ils ont engendré des femelles sexuées. Des mâles sont apparus en proportion importante dans les 5e et 6e générations des *fundatrigeniæ alatæ* alors qu'ils n'ont été observés qu'à la 8e génération dans la descendance des *fundatrigeniæ apteræ.*

D. — Conclusions.

Nous avons montré que les facteurs qui provoquent la migration des Aphides étudiés, de la plante-hôte primaire vers la plante-hôte secondaire et la migration de retour, ne sont pas les mêmes, contrairage à l'opinion de Mordwilko.

Si la modification de la composition des tissus constitue la cause principale de la production des *fundatrigeniæ alatæ*, elle n'est qu'un facteur accessoire pour la naissance des sexupares, la durée de l'éclairage jouant un rôle primordial.

Les *fundatrigeniæ alatæ* ne sont nullement indispensables au déroulement du cycle biologique normal (1). Par l'élevage, sous une lumière naturelle d'une durée de 10 h, des sexupares aptères et des sexupares ailés de *M. persicæ* ont été obtenus à la 4e génération après la fondatrice, aussi bien dans la descendance des *fundatrigeniæ apteræ* que dans celle des *fundatrigeniæ alatæ;* par contre, il n'est apparu des mâles qu'à la 7e génération qui a suivi les *fundatrigeniæ apteræ* de *S. plantaginea*

(1) *Hyalopterus arundinis* F. migre du Prunier sur les *Phragmites* mais il reste sur l'hôte primaire des descendants de *fundatrigeniæ apteræ* qui engendrent à l'automne des sexupares ailés (Dill, 1938).

élevés dans les mêmes conditions bien qu'ils aient été nombreux dès la 5[e] génération, dans la descendance des *fundatrigeniæ alatæ* (p. 343). Ainsi que nous le verrons, par la suite, la diœcie est beaucoup plus marquée chez cette espèce que chez *M. persicæ.*

Les mâles et les femelles peuvent être engendrés de deux manières différentes ; en règle générale, chez les *Aphidini*, les sexupares ailés quittent la plante-hôte secondaire et se portent sur l'hôte primaire où ils déposent des femelles sexuées aptères ; au même moment, les sexupares aptères engendrent sur l'hôte secondaire, des mâles ailés qui iront féconder les femelles. Chez les *Eriosomatinæ* et les *Chermesidæ*, au contraire, où les habitudes migratrices sont beaucoup plus spécialisées, les sexupares ailés engendrent les deux formes sexuées qui sont aptères ([1]). Nous avons signalé (1949 *a* et *d*) qu'en réalité, la production des sexués se fait suivant des modalités très variées chez les *Aphidini* étudiés. Les sexupares aptères de *B. brassicæ* et les sexupares ailés de *M. persicæ* peuvent produire à la fois des mâles et des femelles. Il en résulte, qu'au moins à ce point de vue, la distinction entre les diverses familles d'Aphides n'est pas aussi marquée qu'on l'admet généralement.

P. Marchal (1910) attribue au travail mécanique de la migration et aux phénomènes physiologiques qui l'accompagnent (déshydratation, oxydation), un rôle important dans la maturation des ailés sexupares de *Chermes pini ;* maintenus en captivité, ces Pucerons ne se fixent ni sur les Pins, ni sur les Epiceas mis à leur disposition.

Les sexupares ailés de *S. plantaginea* obtenus au mois d'octobre commencent à pondre sur le Pommier de 18 à 24 h après la mue imaginale.

Les sexupares ailés de *M. persicæ* pondent de 24 à 48 h et parfois même quelques heures seulement après leur arrivée sur le Pêcher ; les sexupares ailés qui ont été obtenus dans nos élevages au laboratoire à l'automne et déposés sur des rameaux de Pêcher ont engendré des femelles sexuées 2 à 3 jours après la mue imaginale ; ceux qui ont été déposés sur des feuilles de Chou ont donné des descendants à peu près dans le même temps.

Les résultats ont été différents avec les sexupares ailés obtenus de mai à juillet par l'action d'une lumière de durée réduite : déposés sur des feuilles de Pêcher, dès la mue imaginale, ils ont commencé à donner des larves 4 à 7 jours après celle-ci.

La dépense musculaire qu'entraîne la migration n'est pas, par conséquent, indispensable à *Myzus persicæ* pour permettre la production des larves. La ponte des sexupares ailés sur le Chou se produit plus rapidement à l'automne qu'à la fin du printemps, ce qui semble prouver que, sans être indispensable, la migration est plus nécessaire pour les sexupares obtenus à la 4[e] génération après la fondatrice qu'à ceux qui apparaissent normalement à l'automne, c'est-à-dire en moyenne de la 7[e] à la 9[e] génération.

([1]) Speyer (1924) a signalé l'existence chez *Cnaphalodes strobilobius* Kalt de deux types de sexupares produisant les uns, des mâles et les autres, des femelles.

Cela revient à dire qu'il est possible de réaliser à partir d'une fondatrice de *M. persicæ* une certaine gamme de types de migration : pour les sexupares ailés obtenus expérimentalement à la 4e génération, la reproduction sur le Pêcher ne commence que plusieurs jours après la mue imaginale ; les sexupares qui naissent à la 7e ou 8e génération après la fondatrice ne sont capables de se reproduire que de 1 à 3 jours après être devenus adultes. Enfin, ainsi que nous l'avons vu (p. 264), les Pucerons ailés qui apparaissent à l'automne dans la lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis 2 ou 3 ans ne sont plus des sexupares mais des virginipares aptères ou ailés qui commencent à produire des larves dès le lendemain de la mue imaginale : on a alors affaire à une lignée parallèle sur l'hôte intermédiaire.

C'est indubitablement parmi les *Chermesidæ* que l'on trouve les types les plus caractérisés de migration et dont l'origine est la plus ancienne ; elle est vraisemblablement bien antérieure au développement des Angiospermes qui ont fait leur apparition au crétacé inférieur.

Les *Aphididæ* sont en association étroite avec la flore herbacée qui s'est développée à la période pléistocène et, d'une manière générale, leurs migrations sont beaucoup moins spécialisées que celles des *Chermesidæ* ou des *Eriosomatidæ*, ces derniers constituant à différents points de vue, un terme de transition entre les *Chermesidæ* et les *Aphididæ*.

La comparaison de certains points de la biologie de ces trois familles offre, par conséquent, un grand intérêt ; elle permet en effet de voir si des espèces d'origine relativement récente *(Aphidinæ)* présentent, au moins dans des cas particuliers, les prémices des particularités biologiques qui se sont fixées chez des espèces plus anciennes.

La biologie d'*Eriosoma Patchæ* Börner et Bluck a été étudiée par Marchal (1933) ; cette espèce peut effectuer tout son développement sur *Ulmus campestris*, mais il apparaît, en juin-juillet, des ailés qui sont incapables de se reproduire sur l'Orme et qui migrent vers des plantes d'espèce inconnue. Ce cycle biologique réalise la transition entre les expèces à migration obligatoire qui constituent le cas le plus fréquent chez les Eriosomiens et des espèces monœciques, telles que *E. rileyi*. Des cas analogues s'observent chez des *Aphidinæ*. Le Puceron du Rosier (*Macrosiphum rosæ* L.) émigre dans le courant du mois de mai sur diverses Valerianacées et Dipsacées et les sexupares reviennent en automne sur le Rosier : ils donnent naissance à des femelles sexuées qui déposent les œufs sur les rameaux ; on trouve cependant pendant tout l'été des virginipares aptères sur le Rosier qui produisent une certaine proportion de virginipares ailés jusqu'au mois de novembre et parfois même jusqu'au début de décembre. Il n'a pas été fait d'observations suivies sur cette espèce mais nous avons trouvé, à plusieurs reprises, au cours de l'automne, quelques femelles ovipares sur des pieds de Rosier isolés dans des cages grillagées et jamais de mâles : si ce fait se confirmait, on aurait donc affaire à un cas de spanandrie comparable à celui qui a été observé dans les élevages de *B. brassicæ*.

D'après PATCH (1919), HOTTES et FRISON (1931) cette espèce est monœcique aux Etats-Unis.

Une autre espèce cosmopolite (*Macrosiphum euphorbiæ* Thomas) migre aux Etats-Unis de *Rosa* sur plusieurs espèces de plantes ; mais HOTTES et FRISON ont trouvé des femelles sexuées sur *Iris* et *Scrophularia*. En Europe, les œufs d'hiver peuvent être déposés sur *Humulus* (Théobald, 1926), *Euphorbia esula*, *Escalonia solanum* et *Lycium* (HILLE RIS LAMBERS, 1939). Cet auteur n'a jamais trouvé d'œufs sur les *Rosa* en Hollande. *M. euphorbiæ* serait donc une espèce à migration facultative aux Etats-Unis mais serait monœcique en Europe et elle aurait acquis la faculté de déposer des œufs d'hiver sur des plantes très variées.

MARCHAL a décrit la biologie de *Dreyfusia Nüsslini* et de *Pineus Pini* en France. Il a montré que les ailés de *Dreyfusia* qui apparaissent au printemps sur les *Abies* sont formés d'individus exclusivement destinés à la sexuparité. Chez les Chermes du Pin, au contraire, les ailés qui apparaissent au printemps sur les Pins comprennent un petit nombre de sexupares et des Pucerons qui se reproduisent parthénogénétiquement sur les Pins *(exsules alatæ)*. Ces deux cas offrent un certain parallélisme avec *S. plantaginea* et *M. persicæ*. En automne, les sexupares ailés de la première espèce produisent exclusivement des femelles, et les sexupares aptères une très forte proportion de mâles ; tous les individus qui naissent à cette date sont orientés vers la sexuparité comme le sont les ailés de *Dreyfusia Nüsslini* sur *Abies*. Si les sexupares ailés de *M. persicæ* engendrent exclusivement des femelles sexuées lorsqu'ils sont alimentés de feuilles de Pêcher, la descendance des sexupares aptères peut comprendre à la fois des sexupares ailés, des virginipares ailés et des mâles ; ce n'est que dans la 2e ou la 3e génération des premiers sexupares aptères qu'il peut y avoir production exclusive de mâles ; ainsi que nous l'avons vu (p. 264), les virginipares aptères et ailés produits par les sexupares aptères peuvent constituer le point de départ de lignées exclusivement parthénogénétiques qui se perpétueront durant tout l'hiver si le froid n'est pas trop rigoureux. A ce titre *M. persicæ* offre donc une certaine similitude avec *Pineus pini*.

Le cycle biologique complet de *Pineus pini* comporte une migration du Pin sur l'Epicea du Caucase *(Picea orientalis)*. En Europe, ce Chermes présente des migrations rudimentaires sur l'Epicea indigène *(Picea excelsa)* et se reproduit par parthénogénèse. MARCHAL a montré que, même s'il existe des *Picea orientalis* au voisinage des Pins, la génération sexuée reste sans descendance ; il a reconnu que cette oblitération de la reproduction sexuée chez le *Chermes pini* indigène était dû à l'absence ou à l'extrême rareté des mâles et a donné le nom de Spanandrie à ce phénomène.

Nous avons observé la Spanandrie chez *B. brassicæ* (1949 *a*), espèce non migrante, mais il est probable qu'elle peut se manifester chez les *Aphididæ* migrateurs.

Ces quelques exemples montrent qu'il existe un certain nombre de points communs entre les *Chermesidæ*, les *Eriosomatidæ* et les *Aphididæ*. Alors que des milliers d'années ont été vraisemblablement nécessaires pour amener des modifications dans le cycle des *Chermesidæ*, de 100 à 150 ans paraissent suffire, au moins dans certains cas, pour les *Pemphigidæ*. Dans son mémoire sur *Eriosoma lanigerum* Hansm., Marchal (1928) a signalé qu'il existe en France, une race biologique qui diffère de la race américaine par une production d'ailés virginipares suivie de sexupares alors que, dans la lignée américaine, il apparaît au début de l'automne, un grand nombre d'ailés qui sont tous sexupares. La différenciation serait encore plus marquée en Hollande où les sexupares auraient complètement disparu (Van der Goot, 1915).

Nous avons montré, dans les pages précédentes, que des modifications diverses peuvent se produire en quelques années seulement chez certains *Aphidinæ*. Cette différence de comportement avec les deux autres familles nous paraît attribuable à deux causes : d'une part, à l'origine relativement récente des *Aphidinæ*, ce qui se traduit par une action moins poussée des facteurs internes que chez les *Chermesidæ* et, dans une moindre mesure, que chez les *Eriosomatidæ*, et d'autre part, au grand nombre de générations qui peuvent se succéder au cours de l'année.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nos recherches ont porté principalement sur deux espèces monoœciques : *Brevicoryne brassicæ* et *Aphis saliceti* et sur deux espèces diœciques : *Myzus persicæ* et *Sappaphis plantaginea.*

A. — **Facteurs provoquant l'apparition des virginipares ailés.** — Nous avons constaté que *B. brassicæ* et *M. persicæ* peuvent hiverner en plein air sous la forme de virginipares à la condition que la température ne descende pas au-dessous de — 15° à — 18°. Par contre, *S. plantaginea* émigre en totalité des Plantains sur le Pommier.

Les virginipares ailés peuvent être observés pendant toute l'année, même au cours de l'hiver, ce qui suppose qu'une température basse ou un éclairage de faible durée ne s'opposent pas à la production des formes parthénogénétiques ailées.

Un grand nombre de travaux ont été consacrés à l'étude des facteurs d'apparition des formes ailées ; ils font appel à des facteurs climatiques (température, lumière, humidité) physiologiques (maturité de la plante-hôte, surpopulation), ou à l'existence de facteurs internes.

Nous n'avons pas constaté, contrairement à l'opinion d'Ewing, Wadley, Davidson, Ackermann et Shull, que certaines températures entraînaient le développement des bourgeons alaires. L'alternance quotidienne de températures hautes et basses, l'élevage des adultes à des températures bien différentes de celles auxquelles s'est effectuée leur croissance larvaire n'ont pas amené l'apparition de formes ailées ; il en a été de même en maintenant de jeunes larves pendant plusieurs heures à 35-36°.

Shull a conclu de ses expériences réalisées avec *Macrosiphum euphorbiæ* Thom., qu'une lumière d'une durée inférieure à 12 h entraîne l'apparition d'un grand nombre d'ailés alors qu'il n'est obtenu que des aptères lorsque la durée de l'éclairement est supérieure à 14 h par jour.

Shull a réalisé ses expériences sur des Pommes de terre qui recevaient uniquement un éclairage artificiel de faible intensité ; la croissance des plantes a été en conséquence des plus anormales, ainsi que nous l'avons constaté en opérant dans des conditions similaires ; en outre, cette manière de faire n'indique pas l'influence directe de la lumière sur le Puceron, mais bien son action à la fois sur la plante et l'insecte. Afin d'étudier l'influence directe de la lumière sur le Puceron, nous avons opéré principalement avec des feuilles coupées récoltées en plein air, qui, renouvelées tous les deux à 4 jours, étaient placées sous différentes conditions de lumière.

De nombreuses expériences ont été réalisées avec *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *M. euphorbiæ* soumises à un éclairage naturel ou artificiel de durée très variable : nous n'avons pratiquement obtenu que des aptères dans tous les cas.

Si les conclusions de SHULL étaient exactes, il devrait normalement y avoir un pourcentage d'ailés très important de la mi-septembre à la fin mars (longueur du jour : 8 h 15 à 12 h) et exclusivement des aptères depuis le mois d'avril jusqu'au mois d'août : les observations réalisées en plein air sur les Choux et les Pommes de terre ainsi que sur d'autres plantes avec diverses espèces de Pucerons montrent que les virginipares ailés sont au contraire particulièrement nombreux à la fin du printemps.

Le séjour des adultes ou des larves dans une atmosphère dont l'humidité relative est de 5 à 20 p. cent n'entraîne pas l'apparition des formes ailées ; il en est de même lorsque les insectes sont affamés dans une atmosphère sèche.

Une alimentation déficiente résultant de la maturité de la plante ou de son dessèchement serait, d'après la plupart des auteurs, la cause principale, sinon exclusive, de l'apparition des formes ailées. Il est exact que les Pucerons se trouvant sur des plantes parvenues au terme de leur croissance donnent une proportion importante d'ailés ; mais des observations nombreuses ont montré que le phénomène est beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait.

La maturité des tissus végétaux se traduit par une forte diminution de leur teneur en eau et de l'activité des cellules s'accompagnant d'un enrichissement en matières minérales ; les Pucerons accélèrent la mort des tissus par la multiplicité de leurs piqûres ainsi que par la salive qui reste dans les cellules lésées après l'extraction des stylets. Nous nous sommes attaché à étudier séparément ces différents points.

Des larves ou des adultes de *Brevicoryne* et de *Myzus* ont été déposés sur des feuilles de Chou coupées depuis plusieurs jours et dont le pétiole baignait dans de l'eau ; le jaunissement progressif des feuilles pouvait être assimilé d'une manière très approximative au dessèchement des tissus. Un certain nombre d'ailés sont apparus lorsque l'expérience a été réalisée à une température de 24° et à une basse humidité relative alors qu'il n'était pratiquement obtenu que des aptères à la température de 20° et à une humidité relative moyenne. Ces différences s'expliquent par le fait que, dans le premier cas, la déshydratation est plus poussée et se rapproche davantage de la maturité normale que dans le second cas. Certaines plantes, le Radis notamment, favorisent la production des virginipares ailés.

En plongeant la base des rameaux ou les pétioles des feuilles dans une solution saline, il est possible d'augmenter la teneur des cellules en certaines matières minérales. CLARKE, NEILS et SHINJI ont signalé que le sulfate de magnésie augmentait la production des formes ailées dans de notables proportions. Nous ne partageons pas ces conclusions et nous avons montré que leurs expériences ont été vraisemblablement faussées par le dessèchement des plantes ou l'augmentation de la densité des Pucerons sur l'extrémité des rameaux.

Il résulte de nos expériences que la famine appliquée à des larves

ou à des adultes, combinée ou non avec une basse humidité relative, n'entraîne pas l'apparition des virginipares ailés.

La maturité des plantes ne permet d'expliquer la production des formes ailées que dans un certain nombre de cas. Nos expériences et nos observations ont principalement porté sur le Chou dont les feuilles externes sont capables à toute époque de l'année (à l'exception des pieds qui ont fleuri depuis plusieurs semaines) d'assurer une alimentation abondante aux deux espèces : *B. brassicæ* et *M. persicæ* que nous avons étudiées.

Les virginipares ailés apparaissent en grand nombre sur les hampes florales de Chou ou de Colza depuis le début jusqu'à la fin du mois de juin, c'est-à-dire lorsque les tissus sont encore en croissance active. Les pourcentages maxima d'ailés sur les feuilles de Chou sont observés dans le courant du mois de juin et en septembre ou octobre. Les numérations hebdomadaires des populations aphidiennes ont montré que les fortes proportions d'ailés sont observées constamment quelques jours après la notation d'une forte densité de Pucerons. De la fin juin au début d'octobre, les Pucerons sont relativement peu nombreux et l'on observe rarement les fortes colonies qui sont fréquentes au printemps et à l'automne ; cela est dû à la grande activité des prédateurs (notamment des Syrphes et des Coccinelles) et des parasites.

Les observations effectuées sur des Pommes de terre en diverses régions, et notamment dans la région parisienne et en Bretagne, ont montré que les *Myzus* étaient beaucoup plus nombreux et les proportions de virginipares ailés notablement plus élevées sous le climat séquanien que sous les climats maritimes.

La pullulation des *Myzus* sur les Pommes de terre est liée d'une façon étroite à la température et aux précipitations ; les conditions climatiques très différentes des années 1947 et 1948 ont montré qu'une température élevée pendant la seconde quinzaine de mai et au cours du mois de juin entraîne une multiplication intense des Pucerons sur les plantes-hôtes secondaires. Des précipitations violentes peuvent détruire la majeure partie d'entre eux ; les virginipares aptères et les nymphes sont beaucoup plus difficilement entraînés par la pluie que les ailés et la mortalité des Pucerons consécutive à une précipitation pourra être extrêmement variable suivant que les Pucerons seront à l'état de nymphes ou d'ailés. L'action combinée de ces agents climatiques avec les facteurs biotiques peut provoquer d'importantes fluctuations dans la densité de la population aphidienne.

Les pourcentages de virginipares ailés peuvent être de 80 à 90 p. cent parmi les colonies de Pucerons se trouvant sur les Choux dans le courant du mois de juin et de 50 p. cent en octobre. L'apparition des formes ailées est donc sous la dépendance d'autres facteurs que la maturité des plantes.

L'effet de groupe a une influence primordiale sur l'apparition de virginipares ailés chez les Aphides.

Plusieurs espèces d'Aphides (*Aphis fabæ* Scop., *Aphis pomi* L., *Aphis gossypii* Glover, etc.) se rassemblent en colonies denses à l'extrémité des rameaux ou sur les feuilles. Quelques auteurs ont signalé que cette surpopulation locale entraînait le développement des formes ailées ; aucun d'entre eux cependant n'a procédé à une expérimentation méthodique. D'après d'autres chercheurs, ce facteur n'aurait aucune influence.

L'emploi de cellules d'un diamètre de 6 ou 12 mm nous a permis de déterminer le mode d'action de l'effet de groupe, en élevant les insectes aux différents stades à des densités de population variées.

Les larves de *M. persicæ* qui sont séparées de leur mère moins de 24 h après leur naissance et qui sont élevées au nombre de 40 à 60 dans des cellules de 6 mm de diamètre pendant 48 à 72 h deviennent ailées dans la proportion de 30 à 45 p. cent.

L'effet de groupe n'amène la production des formes ailées de *B. brassicæ* qu'à la condition de s'exercer à la fois sur les géniteurs et sur leurs larves ; il apparaît très peu d'ailés parmi les jeunes larves rassemblées sur une surface foliaire restreinte ou parmi la descendance de virginipares aptères maintenus en contact étroit, mais dont les larves sont séparées de leurs mères moins de 48 h après leur naissance. En laissant les larves auprès de leur mère pendant 72 h ou 96 h, on obtient des pourcentages moyens d'ailés de 20 à 50 p. cent. A une température de 20-22°, l'effet de groupe doit agir pendant 3 jours sur les virginipares aptères, soit après la mue imaginale, soit avant celle-ci, pour qu'ils puissent engendrer des larves susceptibles de devenir des Pucerons ailés. C'est entre le 7ᵉ et le 12ᵉ jour de la période de reproduction que les ailés sont les plus nombreux.

Dans la nature, tous les facteurs biotiques et abiotiques modifiant la densité de population aphidienne interviennent indirectement sur la production des formes ailées par l'intermédiaire de l'effet de groupe.

L'effet de groupe n'a pas d'action marquée sur les exsules aptères de *Sappaphis plantaginea ;* bien que cette espèce constitue de fortes colonies à la face inférieure des feuilles de *Plantago*, on observe rarement des formes ailées au sein de ces groupements.

La maturité des plantes et l'effet de groupe agissent fréquemment en combinaison. Il est des espèces de Pucerons tels que *Myzus persicæ*, *Macrosiphum euphorbiæ*, qui se déplacent fréquemment afin de rechercher une alimentation meilleure ; d'autres (*B. brassicæ*, *Aphis pomi*, *Aphis fabæ*, etc.), se fixent à un endroit de la plante ; leurs larves restent rassemblées autour d'elles et il se crée l'amorce des colonies importantes qui caractérisent ces espèces. Les larves de *M. persicæ*, âgées de 1 à 3 jours, restent étroitement groupées autour de leur mère ; elles s'écartent ensuite de leurs jeunes sœurs et se dispersent sur le feuillage. Le rapport de la densité locale à la densité moyenne de la population exprime d'une manière très nette ces différences de comportement ; alors que ce rapport reste sensiblement constant pendant une période de 9 jours pour *B. brassicæ*, il passe de 10 à 1 avec *M. persicæ*,

c'est-à-dire qu'au 9e jour, tous les descendants des virginipares aptères de cette dernière espèce sont uniformément répartis sur toute la surface de la feuille.

Les numérations de la population aphidienne sur les rameaux inférieurs, moyens et supérieurs de Pommes de terre de différentes variétés ont montré que le pourcentage global des formes ailées augmente rapidement depuis le début jusqu'à la fin du mois de juillet. Au cours de la dernière décade du mois de juillet, les feuilles de l'extrémité supérieure de la plante poursuivent encore leur croissance ; elles assurent aux Pucerons une meilleure alimentation que celle que peuvent leur offrir les feuilles inférieures ou moyennes ; les Pucerons abandonnent partiellement ces dernières pour se porter sur les feuilles supérieures où ils pourront engendrer une nombreuse descendance ; une conséquence indirecte de la maturité est donc de permettre la manifestation de l'effet de groupe.

Les notations effectuées aux mêmes dates sur des variétés à maturité précoce ou moyenne ou encore sur une même variété plantée à des dates échelonnées, permettent de mettre en parallèle l'influence de la maturité et de l'effet de groupe. A la fin de juillet, les plus faibles proportions d'ailés sont observées sur les variétés précoces de Pommes de terre (qui sont, à cette date, en grande partie desséchées). Ceci montre que l'effet de groupe peut entraîner la production des formes ailées d'une façon encore plus marquée que la maturité.

Sur les plantes parvenues au terme de leur développement, ces deux facteurs interviennent en des régions différentes : la maturité agit principalement sur des Aphides situés sur les feuilles inférieures et l'effet de groupe sur les Pucerons des feuilles du sommet de la plante ; ils agissent de concert sur les feuilles moyennes.

Wadley et Ewing ont conclu à l'existence d'un facteur interne qui amènerait les ailés à donner naissance à des aptères et les aptères à engendrer des ailés. Nous n'avons pas constaté l'apparition d'ailés parmi les 12 à 15 générations consécutives de Pucerons aptères issues de *fundatrigeniæ alatæ* ou *apteræ* de *B. brassicæ* et de *M. persicæ ;* élevée sur le Chou, la descendance normale de virginipares aptères ou ailés provenant d'une fondatrice éclose depuis moins de 6 mois comprend exclusivement des aptères.

En faisant intervenir l'effet de groupe sur les larves engendrées par des virginipares aptères et des virginipares ailés de *M. persicæ*, on obtient un pourcentage d'ailés plus élevé dans le premier cas que dans le second ; cela démontre l'existence, chez les virginipares aptères, d'une tendance à donner des ailés plus marquée que chez les virginipares ailés mais qui ne peut se manifester que lorsque les Pucerons sont placés dans des conditions favorables à la production des formes ailées.

Un autre facteur interne intervient dans la production des formes ailées en liaison avec la reproduction sexuée. Nous avons observé que l'effet de groupe s'exerçant, dans les mêmes conditions, sur de jeunes

larves de *M. persicæ* prélevées dans la descendance de fondatrices écloses 2 à 7 mois auparavant, n'amène la production que de 3 à 20 p. cent d'ailés alors que le pourcentage de ces formes atteint 30 à 45 p. cent avec les larves provenant d'une lignée se reproduisant par parthénogénèse depuis plus de 12 mois.

Nous avons montré par ailleurs qu'une reproduction parthénogénétique poursuivie pendant plus de 12 mois diminue les pourcentages des sexués, même lorsque les Pucerons sont placés dans des conditions favorables à la production de ces formes ; elle peut même conduire à la disparition des individus sexués lorsqu'elle est maintenue pendant plusieurs années. Les ailés qui sont observés dans de telles lignées semblent apparaître aux lieu et place des individus sexués.

B. — **Facteurs provoquant l'apparition des formes sexuées.** — Les mâles et les femelles adultes de *B. brassicæ* commencent à apparaître, en plein air ou au laboratoire, au cours de la 3[e] décade du mois de septembre, c'est-à-dire à une époque où la température moyenne est inférieure ou égale à 20° et la durée de l'éclairage de 12 h. Les sexupares naissent au début du mois d'août lorsque la durée du jour est de 15 h.

Il est rare que tous les Pucerons deviennent sexués en automne ; il reste généralement un petit nombre de virginipares aptères qui donneront naissance à une proportion relativement faible de mâles et de femelles pendant la période hivernale ; le pourcentage des sexués augmente progressivement au printemps et peut être de 100 p. cent dans le courant du mois de mars ; ceci montre que la production des sexués paraît dépendre, pour une part, de facteurs externes sensiblement identiques se manifestant à l'automne et au printemps.

Les sexupares ailés adultes et les mâles de *M. persicæ* apparaissent en plein air à la fin du mois de septembre, et à partir du début d'octobre dans les élevages faits au laboratoire, c'est-à-dire 10 à 20 jours plus tard que les *Brevicoryne*.

Comme *B. brassicæ*, *M. persicæ* peut persister pendant tout l'hiver sous la forme de virginipares aptères ou ailés tant que la température ne descend pas au-dessous de — 15 à — 18°. La migration de retour sur l'hôte primaire peut par conséquent être partielle chez cette espèce.

Les sexupares ailés de *Sappaphis plantaginea* deviennent adultes depuis la mi-septembre jusqu'à la fin du mois de novembre ; ils abandonnent les Plantains et gagnent les Pommiers sur lesquels ils engendrent uniquement des femelles sexuées. Les sexupares aptères engendrent des sexupares aptères et des mâles à la fin de la période de reproduction. Finalement, les Plantains n'hébergent plus que quelques Aphides : la migration de retour est donc pratiquement totale.

Aphis saliceti diffère des trois espèces précédentes et de la plupart des *Aphidinæ* par la brièveté de son cycle : les fondatrices adultes sont observées entre le 15 et le 30 avril ; elles donnent naissance à des

Pucerons dont la plupart sont des sexupares qui engendrent des mâles ou des femelles ; ces derniers peuvent être adultes dès la fin du mois de mai.

D'après la plupart des travaux relatifs aux *Aphidinæ*, les sexupares aptères engendrent des mâles, et les sexupares ailés, des femelles ; pour les espèces dioeciques, les sexupares ailés abandonnent la plante-hôte secondaire pour se porter sur la plante-hôte primaire.

De nombreux élevages individuels de sexupares aptères ou ailés de *B. brassicæ*, *M. persicæ* et de *S. plantaginea* ont permis de constater que ces trois espèces présentent, à ce point de vue, des caractères très différents.

Les sexupares aptères de *B. brassicæ* peuvent engendrer des virginipares aptères ou ailés, des sexupares ailés, des mâles et des femelles ; au moment de la période optimum de la production des sexués (20 septembre au 25 octobre et de la fin février à la fin mars), les virginipares et les sexupares ailés n'apparaissent plus ; il ne naît que des femelles suivies de mâles ou exclusivement des mâles ; les mâles sont presque toujours produits en dernier. Les sexupares ailés n'apparaissent que sous l'influence de l'effet de groupe ; ils donnent naissance à des femelles en mélange avec des virginipares aptères.

Les sexupares aptères de *M. persicæ* peuvent produire des virginipares, des sexupares aptères ou ailés et des mâles, ou uniquement des mâles ; les sexupares ailés élevés sur le Chou sont capables d'engendrer, comme les sexupares aptères de *B. brassicæ*, outre des virginipares et des sexupares aptères ou ailés, des femelles et des mâles ; ces mêmes sexupares transportés sur le Pêcher produisent exclusivement des femelles sexuées.

Les sexupares aptères de *S. plantaginea* donnent naissance à des sexupares aptères puis à des sexupares ailés et enfin à des mâles. Les sexupares ailés ne se reproduisent pas sur le Plantain et donnent exclusivement des femelles sexuées sur le Pommier.

Pour les trois espèces, les mâles apparaissent à la fin de la période de reproduction des sexupares aptères ; ces derniers engendrent à peu près uniquement des mâles lorsque les conditions de milieu sont particulièrement favorables à la production des formes sexuées ou lorsque la reproduction sexuée est commencée depuis un certain temps. Dans le cas contraire, ils produisent auparavant des virginipares ou des sexupares vrais.

A l'automne et en plein air, les mâles de *B. brassicæ* peuvent être adultes au moment où les femelles viennent de muer pour la dernière fois ; dans les élevages individuels faits au laboratoire, ils apparaissent plus tôt que les femelles ; au printemps suivant, les mâles peuvent naître jusqu'au mois de juin alors que les femelles sexuées ne sont généralement pas observées au-delà de la mi-mai. Il en est de même avec *M. persicæ* : les mâles apparaissent avant les femelles à l'automne et après celles-ci au printemps. Ces faits permettent de conclure que

les mâles apparaissent dans des limites plus larges que celles qui règlent la production des femelles sexuées.

Les différences entre les sexupares aptères et les sexupares ailés sont beaucoup plus marquées chez *S. plantaginea* que chez *B. brassicæ* ou *M. persicæ;* chez la première espèce, nous avons affaire à des sexupares bien caractérisés (au moins pour les sexupares ailés) alors que les sexupares aptères de *B. brassicæ* et les sexupares ailés de *M. persicæ* peuvent être, soit des virgino-sexupares, soit des ambipares ou des sexupares vrais.

Les auteurs qui ont déclaré que les facteurs externes étaient insuffisants pour expliquer le déclenchement de la gamétogénèse chez les *Aphidinæ* et qu'il était nécessaire de faire intervenir l'action d'un facteur interne, formulaient une hypothèse partiellement exacte d'après des raisonnements entachés d'erreur.

Tannreuther (1907) élevant comparativement *Melanoxanthus salicis* Weed., *M. salicicola* Thomas en plein air et dans des locaux chauffés, a signalé que, dans les deux cas, les femelles sexuées apparaissent régulièrement après 6 générations parthénogénétiques consécutives. Klodnitski (1912) a étudié la biologie d'un grand nombre d'espèces et a remarqué que chaque espèce présentait un nombre précis de générations : 10 pour *Macrosiphum rosæ*, 5 pour *Chaitophorus testudinatus*, etc.

Depuis la fondatrice jusqu'à l'apparition des sexupares, il peut être obtenu une douzaine de générations consécutives de *B. brassicæ* en élevant les larves nées en premier dans chaque génération et seulement 5 à 6 si l'on utilise les larves produites en dernier à chaque génération ; des cas analogues se produisent dans la nature. Tous les Pucerons engendrent cependant des formes sexupares sensiblement en même temps ; ceci démontre qu'il n'existe pas pour les trois espèces étudiées, *B. brassicæ*, *M. persicæ*, *S. plantaginea*, un agent interne amenant la production des formes sexupares ou sexuées après un nombre déterminé de générations.

Klodnitski classe les espèces qu'il a étudiées en deux catégories : celles dont les générations sexuées apparaissent l'année de l'éclosion de la fondatrice et celles dont le cycle complet s'étend sur plus d'une année (*Aphis hederæ*, *Macrosiphum rosæ* var. *glauca*). Il est vraisemblable que les sexuales des espèces de la seconde catégorie n'ont pas été observées à l'automne parce que la température du local était trop élevée, ou que les quelques individus qui ont pu naître à ce moment sont passés inaperçus ; ils sont apparus au printemps ou à l'automne suivant dans les mêmes conditions que celles que nous avons signalées pour *B. brassicæ* et *M. persicæ*.

Il existe par contre, un facteur interne extrêmement puissant chez *Aphis saliceti*, puisqu'il amène l'apparition des formes sexuées dès la fin du mois de mai, c'est-à-dire à un moment où, d'après les résultats des expériences faites avec les trois espèces précédentes, les facteurs climatiques inhibent l'apparition des formes sexuées.

Il n'est donc pas possible de formuler une conclusion générale, même limitée aux *Aphidinæ*. Il semble, cependant, que ce facteur interne ait une action beaucoup plus marquée chez les Aphides d'origine ancienne comme les *Chermesidæ* ou les *Eriosomatidæ* que chez la plupart des *Aphididæ*.

Divers biologistes ont remarqué que des espèces produisant normalement des formes sexuées sous des climats froids ou tempérés se multiplient exclusivement par parthénogénèse dans les régions tropicales ou subtropicales, ainsi que dans les contrées maritimes où les hivers sont très doux. Van der Goot (1915) a signalé qu'en Hollande, les espèces suivantes se reproduisaient par parthénogénèse pendant l'hiver : *Aphis gossypii* Glov. ; *Aphis hederæ* Kalt, *Aphis abietina* Walk., *Aphis fabae* Scop. *Macrosiphum granarium* Kirby, *Myzus persicæ* Sulz., Borner (1914) a fait les mêmes observations en Allemagne pour *Hyalopterus trirhodus* Walk., et *Rhopalosiphum lactucæ* Kalt.

A Rio-de-Janeiro, où la température minimum ne descend pas au-dessous de 18°, Moreira (1919) n'a pas trouvé de formes sexuées d'*Aphis nerii* Fonsc. et d'autres espèces d'Aphides.

Russel (1914) et Soliman (1927) ont signalé que *Macrosiphum rosæ* L. se reproduit uniquement par parthénogénèse en Californie alors que la production d'œufs d'hiver est courante aux environs de Washington où l'hiver est rigoureux.

Dans la partie septentrionale de l'Amérique du Nord, *Aphis avenæ* Fab. (*Rhopalosiphum prunifoliæ* Fitch) persiste d'une année à l'autre uniquement sous la forme d'œufs d'hiver alors que la reproduction parthénogénétique se poursuit indéfiniment dans la zone sud ainsi que sur la côte pacifique des Etats-Unis (Davis, 1914 ; Ewing, 1916). Des faits analogues ont été signalés chez *Toxoptera graminum* (Webster et Phillips, 1912), *Macrosiphum pisi* (Davis, 1915) et *Myzus brevispilosus* (R. M. Smith, 1923).

On a expliqué la perpétuation des Aphides par parthénogénèse indéfinie sous les climats tropicaux et subtropicaux par la douceur de la température et par le fait que la durée du jour n'est jamais inférieure à 10 h 30 ou 11 h.

L'influence de la durée du jour ne peut être invoquée pour expliquer la reproduction exclusivement parthénogénétique de *Macrosiphum rosæ* en Californie et la reproduction uniquement sexuée aux environs de Washington puisque ces deux régions sont respectivement aux latitudes 32 à 35° et 38°. La même remarque s'applique aux Pucerons des régions maritimes (Bretagne) ou des serres froides qui se reproduisent presque constamment par parthénogénèse.

Nous avons vu que les sexués de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* apparaissent sous nos climats lorsque la durée du jour est de 11 h 30 à 13 h et la température moyenne de 20 à 22° aussi bien en plein air qu'au laboratoire. Les sexupares naissent lorsque la température et l'éclairage sont encore plus élevés. Ces chiffres sont supérieurs à

ceux qui caractérisent les climats subtropicaux ou maritimes pendant la période la plus froide. La disparition de la reproduction sexuée ne peut donc être due à l'action directe de ces deux facteurs.

Les faits mis en évidence par l'élevage des lignées 1945 de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* permettent de fournir une toute autre explication : tous les Pucerons provenant des fondatrices écloses 6 ou 7 mois auparavant ne donnent pas toujours exclusivement naissance à des sexupares ou à des sexués ; un petit nombre d'entre eux continuent à engendrer, à l'automne, des virginipares aptères ou ailés. Ces virginipares seront tués si l'hiver est rigoureux ; dans le cas contraire, ils donneront naissance à des virginipares dès le début du printemps et même pendant la période hivernale, si la température est suffisamment élevée ; dès l'année suivante, la descendance de ces Pucerons sera beaucoup plus importante que celle des fondatrices. La proportion des Pucerons issus d'une lignée de fondatrices deviendra de plus en plus faible et finira par s'éteindre.

Il peut donc se créer, chez les Aphides, deux races biologiques : l'une où la gamétogénèse succède chaque année, et à une date sensiblement constante, à la parthénogénèse, l'autre, dérivant de la précédente, où la reproduction est exclusivement parthénogénétique. Cette seconde forme ne peut apparaître et se maintenir que dans les locaux et les régions où la température minimum n'est pas inférieure au minimum léthal propre à chaque espèce d'Aphide.

Ce n'est donc pas l'abaissement plus ou moins marqué de la température à l'automne qui conditionne la création de lignées à reproduction parthénogénétique exclusive, mais la température minimum de la période hivernale.

Pour les espèces diœciques, la reproduction exclusivement parthénogénétique ne peut avoir lieu que si l'une au moins des plantes-hôtes secondaires continue à végéter pendant l'hiver.

P. Marchal (1911) a signalé que la race indigène de *Chermes pini* se reproduit par parthénogénèse indéfinie ; elle donne cependant naissance à un grand nombre de femelles sexuées mais pas de mâles (spanandrie).

Les observations citées précédemment montrent que la spanandrie peut également se manifester chez les *Aphidinæ*. Pour *B. brassicæ*, le phénomène s'est réalisé en deux étapes. Les femelles sexuées sont normalement produites par des sexupares ailés qui ont disparu dans nos élevages où des précautions spéciales étaient prises afin d'éviter l'influence de l'effet de groupe. Les sexupares aptères se sont révélés comme étant capables d'engendrer non seulement des mâles mais également des femelles.

Cette production des femelles, que l'on aurait pu croire comme étant accidentelle et faiblement marquée, est au contraire extrêmement puissante puisqu'elle s'est maintenue après 3 ans 1/2 d'une reproduction parthénogénétique permanente. Il est à remarquer que les Pucerons de cette lignée qui ont été mis en surpopulation au moment

où ces quelques femelles sexuées sont apparues, ont donné naissance à des ailés ; ceux-ci n'ont engendré que des virginipares aptères et pas une seule femelle sexuée.

Des Pucerons ailés apparaissent parfois dans les générations où la reproduction sexuée est très peu marquée ou ne se manifeste plus, bien que les conditions de milieu soient des plus favorables à l'apparition des formes sexuées. Ces Pucerons semblent pouvoir être assimilés à des sexupares ailés dégradés qui sont devenus incapables d'engendrer des formes sexuées.

Mordwilko (1907) pense que les Pucerons se reproduisaient à l'origine uniquement par voie sexuée et qu'ils étaient tous ailés ; les individus parthénogénétiques ne seraient apparus qu'ultérieurement par suite d'une adaptation à une alimentation abondante.

La reproduction exclusivement parthénogénétique constituerait donc le terme ultime de cette évolution et il est vraisemblable qu'elle serait irréversible puisque les Pucerons des lignées 1945 qui étaient élevés dans les mêmes conditions que les lignées 1947 et 1948 n'ont plus donné de sexués.

La diminution de la tendance à la reproduction sexuée va de pair avec une augmentation de la tendance à la production des formes ailées. Nous avons signalé (p. 295) que dans les lots éclairés en permanence, la proportion des virginipares ailés de *B. brassicæ* était très forte depuis la 13e jusqu'à la 17e générations (1er mars au 22 mai), c'est-à-dire au moment où le nombre des sexués était très important dans le lot témoin ; il en a été de même pour *M. persicæ* (p. 298). Les virginipares ailés semblent apparaître, dans ce cas, aux lieu et place des sexuales en raison de l'influence inhibitrice de la lumière.

Nous avons fait remarquer (p. 268) que des virginipares ailés ou des intermédiaires naissent parfois, à l'automne, dans la descendance de sexupares aptères de *B. brassicæ* ou de *M. persicæ* provenant de lignées où la tendance à la reproduction sexuée est peu marquée et que ces formes ailées paraissaient pouvoir également être assimilées à une forme dégradée des sexupares ailés. Des ailés sont apparus également à l'automne 1947 et au printemps de l'année 1948 dans les élevages de la lignée 1945 de *B. brassicæ* qui n'ont donné au total que 0,46 p. cent de sexués (tableau CVIII) ; une très forte proportion d'ailés a été également notée dans la lignée 1945 de *M. persicæ* élevée pendant la même période que précédemment et qui n'a engendré aucune forme sexupare ou sexuée (tableau CXI).

Ces faits sont à rapprocher des observations effectuées en plein air sur d'autres Aphides.

Il existe, chez *Pineus pini*, deux races biologiques : l'une se trouve en Europe occidentale et se reproduit par parthénogénèse indéfinie sur *Pinus silvestris ;* l'autre occupe l'Europe orientale et migre du *Picea orientalis* (hôte principal) sur *Pinus silvestris* (hôte intermédiaire).

Marchal (1907, 1908, 1909) a remarqué que les deux races donnent à peu près la même proportion d'ailés, mais alors que ces ailés sont

principalement des sexupares chez la race orientale, ceux de la race occidentale comprennent surtout des *exsules alatæ* et un très petit nombre de sexupares.

Il existe un étroit parallélisme entre cette observation et celles que nous avons faites précédemment pour *B. brassicæ* et *M. persicæ;* mais alors que le remplacement des sexupares par les *exsules alatæ* a dû se produire très lentement et est encore incomplet plusieurs siècles après que *Pineus pini* de l'Europe occidentale ne migre plus sur *Picea orientalis*, un phénomène analogue peut se manifester en quelques années et être total pour *B. brassicæ* et *M. persicæ.*

Marcovitch, Shull, Davidson, Wadley ont montré qu'un éclairage naturel ou artificiel d'une durée de 8 h entraînait rapidement la production des sexués; ces auteurs soumettaient à la fois la plante et les Aphides à ces conditions particulières d'éclairement et il était possible que l'apparition des sexuales résultât de l'action de la lumière sur les Aphides et sur la plante-hôte (photosynthèse). Toutes nos expériences ont été faites avec des feuilles coupées de Chou ou de Plantain récoltées en plein air et nous avons pu obtenir des formes sexuées, à tout moment de l'année, en faisant intervenir la lumière uniquement sur l'insecte.

Ces essais mettent en évidence l'influence primordiale d'un éclairage d'une durée réduite sur le déclenchement de la reproduction sexuée.

On ne peut expliquer cependant l'apparition des sexués chez tous les *Aphidinæ* par l'action exclusive de la lumière. Marcovitch a élevé *Aphis pomi de* Geer sur de jeunes Pommiers recevant un éclairage naturel de durée réduite, depuis l'éclosion des fondatrices jusqu'au 1er juin, sans pouvoir obtenir de formes sexuées; il en a été de même avec *Aphis spiræcola* et *Chaitophorus negundinis* Thom. Nous avons signalé par ailleurs que les mâles et les femelles d'*Aphis saliceti* naissent lorsque la durée du jour est maximum. On connaît un certain nombre d'autres espèces où il en est de même : Marcovitch (1924) cite un *Macrosiphum* se développant sur *Heuchera americana* dont les fondatrices adultes se trouvent à la fin mars, les formes sexuées en avril et les œufs d'hiver dès le début de mai. L'élevage des fondatrices de ce Puceron et de ses descendants dans une chambre obscure ou sous un éclairage artificiel ne modifie pas la date d'apparition des sexués. Le même auteur mentionne également *Georgia ulmi* Wilson qui dépose ses œufs en mai et juin sur *Ulmus alata* ou *U. racemosa.* D'après Patch, les femelles ovipares de *Macrosiphum purpurascens* Œstlund, se trouvent dès le mois de juin. Des sexués de *Macrosiphum muralis* ont été observés par Buckton sur *Lactuca* au début du mois de juillet. Des mâles et des femelles du genre *Lachnus*, parasites des Conifères, peuvent coexister avec des virginipares depuis le mois de juin jusqu'en septembre (Mordwilko, Cholodkowsky, 1895-1896).

Il résulte des observations effectuées en plein air pendant plusieurs années consécutives que les formes sexupares aptères ou ailées, les

mâles et les femelles des trois espèces étudiées peuvent naître en assez grand nombre à l'automne et en plein air au moment où la durée du jour est de 14 h 30 pour les sexupares aptères, de 13 h 30 à 14 h pour les sexupares ailés, de 12 h 30 à 13 h 30 pour les mâles et de 12 h à 13 h pour les femelles ; en plein air, l'apparition des femelles débute à peu près à la même date que celle des mâles alors qu'elle se produit plus tardivement au laboratoire. Au printemps de l'année qui suit l'éclosion de la fondatrice, les mâles naissent à des dates plus tardives que les femelles, c'est-à-dire lorsque la durée du jour est plus grande ; les mâles de *B. brassicæ* peuvent apparaître lorsque la durée de l'éclairage est maximum (16 h) alors que les femelles ne naissent plus lorsque la durée de l'éclairage est supérieure à 14 h 30. Les mâles de *M. persicæ* peuvent encore naître lorsque la durée du jour est de 16 h et les femelles lorsqu'elle est de 13 h 30.

Pendant la période hivernale, la lumière permanente est incapable d'inhiber la production des mâles de *B. brassicæ*, de *M. persicæ* et de *S. plantaginea*, même lorsqu'elle est appliquée pendant plus de 5 générations consécutives. Elle amène par contre, la disparition des sexupares ailés ou des femelles en une ou deux générations, mais son action ne persiste pas : des Pucerons provenant d'un lot soumis à la lumière permanente depuis plusieurs générations et élevés à une lumière d'une durée égale ou inférieure à 13 h donnent naissance à des femelles de *B. brassicæ* à la 2e génération, et 12 à 18 jours après le début de l'expérience et à des sexupares ailés de *M. persicæ*, dès la 1re génération, et le 25e jour après le début de l'expérience.

Les élevages de *M. persicæ* poursuivis au laboratoire (lumière naturelle et température moyenne de 18-20°) ont montré que près de 100 p. cent de sexupares et de sexués peuvent être obtenus lorsque la durée du jour est de 12 h, 11 h 30 ou 8 h 30 (p. 229) au moment de la naissance de ces formes.

Il n'en est pas de même avec *B. brassicæ ;* près de 100 p. cent de femelles et de mâles n'ont été observés qu'au début d'octobre (durée du jour : 11 h 30) et au début de mars (durée du jour : 11 h) ; pour cette espèce, la production exclusive des sexués n'a donc lieu que dans d'étroites limites d'éclairage (p. 213 et 258).

Les formes sexupares et sexuées d'un grand nombre d'espèces apparaissant à l'automne, divers auteurs en ont conclu que le déclenchement de la reproduction sexuée était dû exclusivement ou partiellement à l'abaissement de la température.

Nos expériences ont montré qu'une température moyenne de 20° permettait l'apparition des mâles et des femelles de *B. brassicæ* de *M. persicæ*, ou de *S. plantaginea*.

Une température constante de 22° inhibe partiellement l'apparition des sexupares ailés de *S. plantaginea* et totalement celle des sexupares ailés de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* ainsi que celle des femelles sexuées produites par les sexupares aptères de *B. brassicæ*. Les mâles de *B. brassicæ* n'apparaissent plus à une température comprise entre

22 et 24° ; ceux de *M. persicæ* peuvent parfois être engendrés après 3 générations consécutives élevées à la température constante de 25°.

Le passage de la reproduction sexuée à la reproduction parthénogénétique, ou l'inverse, peuvent s'obtenir pour *B. brassicæ* en une ou deux générations et en une vingtaine de jours ; les sexupares ailés de *S. plantaginea* peuvent naître 7 jours après le transfert de leur mère d'une température constante de 22° à une température moyenne de 20°.

Une température relativement élevée est donc nécessaire pour inhiber l'apparition des formes sexuées ; dans la région parisienne, les températures par décade supérieures à 20° ne s'observent que pendant les mois de juillet et août ; même si l'on ne tient compte que de la période où les températures maxima moyennes sont supérieures à 22°, on constate que ce n'est que pendant les mois de juin, juillet, août et le début de septembre (*fig.* 78) que la température peut s'opposer à la production des femelles.

Nous avons vu (p. 274) que les mâles de *B. brassicæ* peuvent naître 8 à 10 jours après le transfert de l'étuve à 25° à la température de 20° ; la reproduction sexuée doit avoir lieu encore plus rapidement lorsque la température est variable et la moyenne inférieure à 20°. L'examen du tableau de la p. 210 montre que les premiers mâles et femelles sont nés entre le 6 et le 10 septembre pendant les années 1945 et 1946, en serre ou en plein air, soit une semaine après que la température moyenne a été inférieure à 22° ; en 1947, les mâles et les femelles sont nés à partir du 26 août mais la température moyenne de la 3e décade d'août n'a été que de 19° 4.

La naissance des formes sexupares et sexuées paraît dépendre d'une combinaison de la lumière et de la température. Au laboratoire, l'intensité et la durée de l'éclairage sont plus faibles qu'en plein air ; cependant les formes sexupares ou sexuées apparaissent un peu plus tardivement. A l'automne, la température moyenne du laboratoire est de 18 à 20° et ne présente que de faibles fluctuations ; en plein air, la température moyenne n'est plus que de 15 à 16° ± 6° (*fig.* 78). Il est vraisemblable que cette température relativement basse accélère le déclenchement de la reproduction sexuée.

D'une manière générale, les conditions les plus favorables à la production des œufs d'hiver de *B. brassicæ* et de *M. persicæ*, c'est-à-dire amenant l'apparition simultanée des mâles et des femelles, paraissent résulter, dans les conditions naturelles, de la combinaison d'une durée d'éclairage de 11 h 30 à 12 h (fin septembre-début octobre) avec une température moyenne inférieure à 20°. Si la température moyenne du mois de septembre est supérieure à la normale, il peut en résulter une diminution notable de la proportion des sexués ; par la suite, la température pourra être suffisamment basse pour permettre la naissance d'un grand nombre de sexués mais la durée du jour sera alors inférieure à l'optimum.

En 1949, la température moyenne du laboratoire a été de 23° en septembre et elle a été, en plein air, supérieure de 3° à la nor-

male; les sexués de *B. brassicæ* sont apparus au laboratoire beaucoup plus tard qu'en 1947 et en 1948 (15 jours pour les mâles, 40 jours pour les femelles); les écarts ont été moins marqués en plein air.

Pour des espèces comme *B. brassicæ*, où la durée optimum d'éclairage pour la production des sexuales est comprise dans des limites assez étroites, une température moyenne anormalement élevée en septembre peut diminuer de façon sensible le pourcentage des formes sexuées et augmenter la proportion des virginipares aptères susceptibles d'hiverner : c'est ce qui s'est produit à l'automne 1949 où il a été noté un pourcentage extrêmement faible de sexués de *B. brassicæ*.

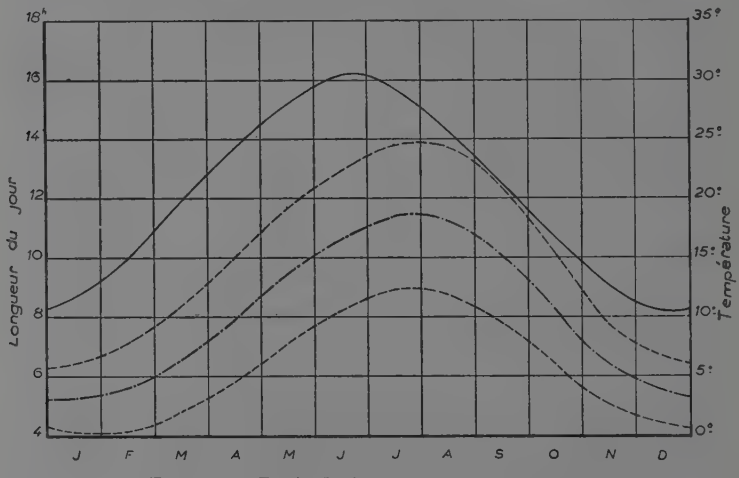


FIG. 78. — Durée du jour et moyennes mensuelles des températures maxima, moyennes et minima à Versailles.

L'apparition tardive des sexupares ailés de formes migrantes peut se traduire par une très forte mortalité; les insectes ne parviendront sur la plante-hôte primaire que lorsque cette dernière aura perdu la majeure partie de son feuillage et ils n'auront plus la possibilité de s'alimenter et d'engendrer des femelles sexuées. (Observations faite en 1949 pour *M. persicæ* et *S. plantaginea*).

La production des formes sexuées a été attribuée, par divers auteurs, à la maturité des plantes-hôtes. Nous avons obtenu sans difficulté des formes sexupares ou sexuées de *B. brassicæ*, de *M. persicæ* et de *S. plantaginea* en juin ou en juillet en élevant ces Aphides sur des feuilles récoltées en plein air, à une température inférieure à 22° et à une lumière de durée réduite.

L'alimentation ne constitue donc pas un facteur déterminant de l'apparition des formes sexuées; elle intervient cependant dans ce phénomène de diverses façons : les plantes parvenues à maturité donnent une proportion de sexués plus importante que des plantes

appartenant à la même espèce, mais encore en croissance active. Les expériences effectuées avec *M. persicæ* ont montré que des sexupares ailés peuvent s'alimenter et se reproduire sur le Chou ; lorsque les conditions d'éclairage sont très favorables à la production des formes sexuées, ces sexupares engendrent exclusivement des femelles sexuées, comme ils le font lorsqu'ils sont nourris de feuilles de Pêcher. Lorsque la durée de la lumière est nettement inférieure ou supérieure à la durée optimum, ces sexupares ailés donnent naissance, non seulement à des femelles, mais aussi à des sexupares aptères ou ailés ainsi qu'à des virginipares aptères ou ailés : il peut même apparaître des mâles en mélange avec des virginipares ou sexupares aptères. Dans ce cas, les mâles semblent constituer une production transitoire entre les sexupares et les femelles. Si les conditions de milieu deviennent un peu plus favorables à la naissance des virginipares, les mâles n'apparaissent plus et sont remplacés par des virginipares ailés qui feront place ultérieurement à des virginipares aptères.

Les sexupares ailés qui se sont portés sur des plantes-hôtes secondaires sont, par conséquent, capables d'engendrer quelques virginipares aptères ou ailés si l'hiver est doux ; ceux-ci seront les ébauches de lignées parthénogénétiques qui pourront donner au printemps une certaine proportion d'individus sexués mais la majeure partie d'entre eux seront des individus parthénogénétiques.

Le point de départ des individus qui se reproduisent par parthénogénèse pendant tout l'hiver, peut donc ne pas être constitué exclusivement par des virginipares aptères ou ailés ; il peut dériver de la descendance de sexupares ailés qui n'ont pu trouver la plante-hôte primaire.

Tetraneura ulmi Hartig se développe penant l'été sur les racines des graminées annuelles ou vivaces. Mordwilko (1907) a signalé que le cycle diffère suivant la nature de la plante-hôte. Sur les graminées annuelles, il apparaît à la fin de l'été et au début de l'automne, presque uniquement des ailés sexupares tandis que le nombre des Pucerons parthénogénétiques décroît rapidement. Au contraire, les racines des graminées vivaces hébergent principalement des Aphides aptères qui hiverneront. Dans ce cas, les racines des graminées vivaces ont assuré, à la fin de l'été et au début de l'automne, une alimentation suffisamment substantielle pour amener les Pucerons à engendrer des virginipares à la place des sexupares ailés.

En plein air, les premières femelles de *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *S. plantaginea* sont observées à peu près à la même date que les premiers mâles. Dans les élevages au laboratoire, les mâles apparaissent constamment plus tôt que les femelles. Nous avons montré précédemment que cette anomalie était due, pour une part, à la température moyenne plus élevée dans la laboratoire qu'en plein air. Un autre facteur intervient, c'est l'effet de groupe qui amène la production des sexupares ailés de *B. brassicæ* et augmente la proportion des femelles dans la descendance des sexupares aptères ; il augmente également le pourcentage des sexupares ailés de *M. persicæ*.

Les *B. brassicæ* et les *M. persicæ* élevés individuellement produisent beaucoup plus de mâles que de sexupares ailés ou de femelles ; en tenant compte du fait que les sexupares ailés peuvent engendrer plusieurs femelles sexuées, il y a tout au plus égalité du nombre des mâles et des femelles. Dans la nature, les femelles sont généralement beaucoup plus nombreuses que les mâles ; cela tient à ce que l'effet de groupe intervient puissamment à l'automne, par suite de la maturité des plantes et de la multiplication des Pucerons consécutive à la disparition de la plupart des parasites ou prédateurs.

Nous avons montré que deux facteurs, une température élevée et une lumière de longue durée, pouvaient inhiber la production des sexués dans la descendance d'une fondatrice éclose quelques mois auparavant ; en élevant la fondatrice et ses descendants à une température égale ou inférieure à 20° et sous un éclairage d'une durée inférieure à 13 h ou 14 h, il devait donc être obtenu, très rapidement, des sexupares et des sexués. Les expériences réalisées avec *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *S. plantaginea* ont donné à peu près les mêmes résultats ; les sexupares aptères et ailés ne sont apparus qu'à la 4e génération après la fondatrice, les mâles et les femelles à la 5e. Cela montre que la production de sexupares ne peut avoir lieu qu'un certain temps après la mue imaginale de la fondatrice (de 35 à 60 jours suivant les espèces).

Cette impossibilité d'obtenir rapidement des sexués dans la descendance des fondatrices peut être attribuable à une hormone inhibitrice existant en quantité maximum chez la fondatrice et diminuant progressivement avec le temps et les générations ; cette hypothèse est corroborée par le fait que les conditions de température et d'éclairement restant sensiblement les mêmes, les pourcentages de sexués ont augmenté régulièrement de la 5e à la 7e génération (tableau XXXIX) ; il est à noter cependant que, dès que la reproduction sexuée a commencé, la proportion des sexués augmente chez les générations suivantes, même lorsque la fondatrice a éclos l'année précédente.

Cette hormone paraît inhiber plus fortement l'apparition des mâles de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* que celle des femelles. A l'époque normale de production des sexuales (septembre et octobre) les mâles sont beaucoup plus nombreux que les femelles dans les élevages où l'effet de groupe est évité (p. 258 et 265). L'inverse a lieu lorsque l'on provoque expérimentalement la naissance des formes sexuées dans la descendance des fondatrices (p. 324 et 327). Ce phénomène ne s'observe pas chez *S. plantaginea* où, dans les deux cas, les sexupares ailés sont plus nombreux que les mâles au moment de l'apparition des premières formes sexuées (p. 252 et 328).

La présence d'une hormone inhibitrice permet d'expliquer les modalités d'apparition des sexués chez les Pucerons radicicoles, pour lesquels l'action de la lumière ne peut être invoquée.

Les éclosions des œufs d'hiver de *Tetraneura ulmi* Hartig ont débuté le 10 avril 1948 et la migration des ailés gallicoles de *Tetra-*

neura ulmi vers les racines de graminées s'est produite du 2 au 18 juin 1948 ; le retour des sexupares sur l'Orme a été observé depuis la 2e décade d'août jusqu'au 18 octobre. Entre la naissance des fondatrices et l'apparition des sexupares, il s'est donc écoulé environ 4 mois. Des sexupares ailés d'*Anœcia corni* F., espèce migrant du Cornouillier sur les racines de graminées, ont été notés dès le 2 juillet, soit 2 mois 1/2 à 3 mois après l'éclosion de la fondatrice. Les sexupares ailés apparaissent par conséquent en plein été bien que la température du sol soit relativement élevée à l'endroit où se tiennent généralement les colonies. Il est possible que leur naissance soit favorisée par le début de la maturité des plantes-hôtes, bien qu'au début de juillet comme au cours du mois d'août, les graminées sauvages soient encore en croissance active. Il paraît plus vraisemblable que les conditions écologiques existant dans le sol soient favorables à la production des sexupares pendant la majeure partie de l'année mais que ces formes ne peuvent naître que lorsqu'un certain délai s'est écoulé après la naissance de la fondatrice.

L'existence d'une hormone chez les Pucerons pourrait également expliquer la disparition de la tendance à la production des formes sexuées observés chez *B. brassicæ* et *M. persicæ* après plusieurs années de reproduction parthénogénétique ; il se pourrait que la quantité d'hormone diminuant d'une façon régulière avec le temps, la reproduction sexuée ne puisse avoir lieu au-dessous d'un certain seuil ; les élevages des lignées 1945 de *B. brassicæ* et de *M. persicæ* poursuivis de 1946 à 1949 ont montré que le pourcentage des sexués diminuait progressivement (p. 266 et 267) et finissait par être nul.

Les expériences relatives à l'action de la température, de la lumière et de l'effet de groupe sur *B. brassicæ* et *M. persicæ* montrent qu'il est possible de produire à volonté des Pucerons parthénogénétiques, des mâles ou des femelles.

L'œuf qui donne un Puceron virginipare ou sexupare n'émet qu'un seul globule ; l'œuf mâle subit une division équationnelle pour les autosomes et une division réductionnelle pour les hétérochromosomes alors que la division de maturation est équationnelle pour tous les chromosomes de l'œuf qui engendre une femelle sexuée (Morgan, 1909, 1912 ; Stevens, 1910).

Une température constante de 25° et, dans une moindre mesure, une lumière de grande durée, s'opposent à la division réductionnelle et inhibent, en conséquence, la reproduction sexuée.

Une température constante égale ou supérieure à 22°, une lumière d'une durée supérieure à 13 ou 14 h, ne permettent que la division réductionnelle des hétérochromosomes ; enfin, la division équationnelle a lieu pour tous les chromosomes à une température égale ou inférieure à 20° ou avec une durée d'éclairement inférieure à 13 heures.

Ces faits démontrent que le déterminisme du sexe est épigamique chez certains Aphides (Bonnemaison, 1950 *b*) ; cette conclusion ne

peut cependant être étendue à tous les *Aphidinæ* (cas d'*Aphis saliceti*, par exemple).

C. — **Déterminisme des migrations.** — D'après MORDWILKO, la migration des Aphides de l'hôte primaire vers l'hôte secondaire, comme la migration de retour, seraient la conséquence d'une modification des tissus des plantes-hôtes.

Nous avons fait remarquer que diverses plantes peuvent héberger à la fois des Aphides monœciques ou diœciques, ce qui montre que l'alimentation ne joue pas un rôle exclusif et qu'il existe chez les espèces diœciques un facteur amenant les Aphides à changer de plante-hôte. Ceci ne peut être réalisé que par la production de formes ailées : *fundatrigeniæ alatæ* au printemps, sexupares ailés et mâles ailés à l'automne.

L'étude comparative de *B. brassicæ*, espèce monœcique, de *M. persicæ* et de *S. plantaginea*, espèces diœciques, élevés dans les mêmes conditions de milieu, nous a permis de constater que ces trois espèces se comportent différemment. Si l'on fait en sorte que l'effet de groupe ne puisse intervenir, il est possible d'obtenir le cycle complet de *B. brassicæ* sans passer par l'intermédiaire de *fundatrigeniæ alatæ*, de virginipares ailés et de sexupares ailés, les sexupares aptères de cette espèce pouvant engendrer des mâles et des femelles.

Il n'en est pas de même avec les espèces diœciques ; en évitant l'effet de groupe, on peut supprimer totalement la production des virginipares ailés mais non celle des *fundatrigeniæ alatæ*, et des sexupares ailés. Ceci permet de conclure à l'existence d'un facteur interne chez les espèces diœciques mais qui, au moins chez les deux espèces étudiées, n'amène pas obligatoirement la production exclusive de *fundatrigeniæ alatæ* ou de sexupares ailés.

Dans les conditions naturelles, toute la descendance des fondatrices évolue, chez les espèces à migration absolue, en *fundatrigeniæ alatæ*, par suite de l'intervention de deux autres facteurs : l'alimentation et l'effet de groupe. A la fin du printemps, les feuilles des arbres ou des arbustes sur lesquelles se développent les descendants des fondatrices ont terminé leur croissance ; les modifications physiques et chimiques dont sont l'objet les tissus palissadiques ou lacuneux en diminuent la valeur alimentaire et favorisent la production des formes ailées. A cette période de l'année, les conditions climatiques sont très favorables à la multiplication des Pucerons, l'activité des prédateurs et parasites est réduite, ce qui conduit à une très forte densité de population et permet à l'effet de groupe de se manifester.

L'apparition des sexupares ailés et des mâles dépend en premier lieu d'un facteur interne qui peut disparaître chez *M. persicæ* après 1 à 3 ans de reproduction parthénogénétique. La diminution de la durée du jour qui se produit à partir du mois de juillet entraîne l'apparition des sexupares aptères puis ailés : les premiers commencent généralement à naître vers la mi-août (durée du jour 14 h 30)

et les seconds à la fin de ce mois (durée du jour 13 h 30). Dans la région parisienne, la température moyenne pendant le mois de septembre est de 15° 3 et la moyenne des températures maxima est d'environ 20° 5, c'est-à-dire inférieure à la température inhibant l'apparition des femelles et des mâles.

Une alimentation déficiente consécutive à la maturité des plantes-hôtes secondaires favorise la production des sexupares ailés et des mâles mais elle ne constitue pas, contrairement à l'opinion de MORDWILKO, l'élément déterminant ; l'effet de groupe augmente la proportion des sexupares ailés mais ne semble pas exercer d'influence sur la production des mâles.

Nous avons montré qu'il existe certaines relations entre les *Chermesidæ*, les *Eriosomatidæ* et les *Aphididæ*. Les causes internes ont une action prédominante chez les *Chermesidæ* par suite de l'origine très ancienne de cette famille ; les *Eriosomatidæ* paraissent constituer un cas intermédaire entre les *Chermesidæ* et les *Aphididæ ;* pour cette dernière famille, les facteurs internes peuvent jouer un rôle de premier plan, parfois même exclusif *(Aphis saliceti)*, mais plus généralement leur influence ne peut se manifester que sous certaines conditions de milieu.

Principaux résultats acquis.

A. — **Facteurs provoquant l'apparition des virginipares ailés.** — 1° Il a été utilisé une technique d'élevage permettant d'étudier séparément l'influence des divers facteurs pouvant entraîner la production des formes ailées ;

2° Les fluctuations saisonnières de la valeur alimentaire des feuilles de Chou ont été déterminées par la durée de la croissance larvaire des Aphides à différentes températures constantes ;

3° Les températures auxquelles ont été élevés des Pucerons n'ont pas d'influence sur la croissance de leurs descendants ;

4° Trois des facteurs invoqués par nos devanciers ne paraissent exercer aucune action ; ce sont : la température, l'humidité relative de l'air et la lumière ;

5° Deux facteurs entraînent la production de formes ailées : l'alimentation (maturité des tissus et dessication) et l'effet de groupe ;

6° Pour que ce dernier agisse, il doit s'appliquer à la fois aux mères et aux larves de *B. brassicæ* et seulement sur les larves de *M. persicæ ;* son influence est pratiquement nulle chez *S. plantaginea ;*

7° Les Pucerons appartenant à des lignées se reproduisant par parthénogénèse depuis un an au moins donnent plus d'ailés que ceux provenant d'une fondatrice éclose quelques mois auparavant ;

8° Les virginipares aptères engendrent beaucoup plus d'ailés que les virginipares ailés, lorsqu'ils sont placés dans des conditions favorables à la production des formes ailées ;

9° Les résultats fournis par l'étude séparée de chaque facteur nous ont permis d'expliquer les résultats des observations faites dans la nature ; l'importance du rôle joué par l'effet de groupe dépend des agents entraînant la pullulation des Aphides, des agents adverses (facteurs biotiques et abiotiques) et de la maturité des tissus végétaux.

B. — **Facteurs provoquant l'apparition des formes sexuées.** — 1° Il a été mis en évidence l'existence d'un facteur interne, probablement d'origine hormonale, qui peut disparaître après une à plusieurs années de reproduction parthénogénétique ; pour certaines espèces *(Aphis saliceti)* la production des formes sexuées dépend uniquement de ce facteur ;

2° Pour la plupart des *Aphidinæ*, l'apparition des formes sexuées est sous la dépendance de la diminution de la phase diurne ; la naissance des sexupares commence dès la première quinzaine du mois d'août ; les durées optima d'éclairage pour la production des formes sexuées varient de 12 à 13 h 30 suivant les espèces et le sexe ;

3° La maturité des plantes-hôtes accélère l'apparition des sexuales, augmente leur proportion par rapport aux formes parthénogénétiques, mais ne constitue pas le facteur déterminant ;

4° Les sexupares aptères de *B. brassicæ* peuvent engendrer les deux sexes ; le cycle complet, depuis la fondatrice jusqu'à la ponte de l'œuf d'hiver, peut être réalisé sans passer par l'intermédiaire de virginipares ailés et de sexupares ailés ;

5° Les sexupares ailés de *M. persicæ* alimentés avec de jeunes feuilles d'une plante-hôte secondaire peuvent produire des mâles ;

6° L'effet de groupe entraîne la production des sexupares ailés et augmente la proportion des femelles sexuées dans la descendance des sexupares aptères de *B. brassicæ ;* il augmente également le pourcentage des sexupares ailés de *M. persicæ*. Dans les élevages individuels, les mâles sont beaucoup plus nombreux que les femelles ; ce rapport est inversé lorsque l'effet de groupe intervient et les pourcentages de mâles et de femelles obtenus dans ces conditions sont voisins de ceux que l'on observe en plein air ;

7° Un éclairage de grande durée ou une température élevée amènent en une ou deux générations le remplacement de la reproduction sexuée par la reproduction parthénogénétique ; la production des femelles est plus facilement inhibée que celle des mâles. Il est possible de produire à volonté des mâles, des mâles et des femelles, ou des Pucerons virginipares. Ces faits semblent prouver que le déterminisme du sexe est épigamique chez les Aphides étudiés ;

8° Les formes sexupares de *B. brassicæ*, *M. persicæ* et *S. plantaginea* ne peuvent apparaître que 35 à 60 jours après la mue imaginale de la fondatrice ; la production des sexupares chez les Aphides radicicoles paraît dépendre principalement de ce fait ;

9° Des races biologiques se reproduisant par parthénogénèse continue peuvent se créer à partir d'espèces à cycle normal ; cela peut se produire dans les régions où la température minimum ne descend pas au-dessous de la température minimum léthale propre aux virginipares de chaque espèce d'Aphide ;

10° Les remarques que nous avons formulées sur les espèces d'*Aphidinæ* étudiées présentent certaines analogies avec les observations relatées par divers chercheurs sur les *Chermesidæ* et les *Eriosomatidæ* (Spanandrie, remplacement des formes sexuées par des formes ailées).

C. — **Déterminisme des migrations.** – 1° Il existe, chez les espèces diœciques, un facteur interne amenant l'apparition des *fundatrigeniæ alatæ* dans la descendance des fondatrices ; ce facteur ne se manifeste pas chez la plupart des espèces monœciques ;

2° L'action de ce facteur est renforcée par une diminution de la valeur alimentaire des tissus de la plante-hôte primaire ; elle peut être inhibée par une nourriture abondante fournie par des plantes-hôtes secondaires ;

3° L'effet de groupe accélère et amplifie la production des *fundatrigeniæ alatæ ;*

4° L'apparition des formes sexuées dépend, comme pour les espèces monœciques, de la durée de la phase diurne, de l'alimentation et de l'effet de groupe ; il existe, en outre, un facteur interne qui amène la naissance des sexupares ailés.

Reçu le 5 *mai* 1950.

BIBLIOGRAPHIE

ACKERMAN (L.). — The physiological basis of wing-production in the grain aphid. *Jour. Expt. Zool.* Vol. 44, p. 1-61, 1926.

ALLEE (W.C.). — Recent studies on mass physiology. *Biol. Rev.* vol. 9, p. 1-48, 1934.

ALLEN (W.). — Some applications of mathematics to an Insect Life — History Study. *Jour. Econ. Ent.*, vol. 31, p. 719-722, 1938.

ANDERSON (S.). — Nickel and Cobalt : their physiological action on the organism. *Journ. of Anat. and Physiol.*, vol. 18, 1890.

BAEHR (W.B. von). — Uber die Bildung der Sexualzellen bei Aphididae. *Zool. Anz.*, vol. 33, p. 507-517, 1908.

BAEHR (W.B. von). — Die Oögenese bei einigen viviparen Aphididen und die Spermatogenese von *Aphis saliceti*, mit besonderer Berucksichtigung der Chromatinverhaltnisse. *Arch. f. Zollforsch.*, vol. 3, p. 269-333, 1909.

BAEHR (W.B. von). — Recherches sur la maturation des œufs parthénogénétiques dans l'*Aphis palmae. La cellule*, vol. 30, p. 317-354, 1920.

BACHMETJEW. — Experimentelle Entomologische Studien, vom physikalisch, chemischen Standpunkte aus, Band II. Einfluss der äusseren Faktoren auf Insekten. *Sophia*, 944 p., 1907.

BADONNEL (A.). — L'effet de groupe chez *Psyllipsocus ramburi* Selys. Longchamps (Psocoptères). *Bull. Soc. Zool. France*, T. 73, p. 80-82, 1948.

BAKER (A.C.) and TURNER (W.F.). — Morphology and biology of the green apple Aphis. *Journ. Agr. Res.*, vol. 5, p. 955-993, 1916.

BAKER (A.C.) and TURNER (W.F.). — Rosy-Apple Aphis. *Journ. of Agr. Res.*, vol. 7, p. 321-343, 1916.

BAKER (A.C.) and TURNER (W.F.). — Some intermediates in the Aphididae (Hemiptera). *Proc. Ent. Soc. Wash.*, vol. 18, p. 10-14, 1916.

BAKER (A.C.) and TURNER (W.F.). — Apple-green Aphis. *Journ. Agr. Res.*, vol. 18, p. 311-324, 1919.

BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. (2 vol., 1921 pages. Édit. Méry Paris, 1935-1936).

BALBIANI (E.G.). — Sur la reproduction et l'embryogénie des Pucerons. *Compt. Rend. Acad. d. Sc.*, vol. 62, p. 1231-1234 ; 1285-1289 ; 1390-1394, 1866.

BALBIANI (E.G.). — Mémoire sur la génération des Aphides. *Ann. Sc. nat. Zool.* 5e série, vol. 11, p. 5-89, 1869.

BALBIANI (E.G.). — Mémoire sur la génération des Aphides. *Ann. Sc. Nat.*, 5e série, vol. 14, p. 1-39 et 1-36, 1870.

BALBIANI (E.G.). — Mémoire sur la génération des Aphides. *Ann. Sc. Nat.*, 5e série. Zool. et Paléont., vol. 15, nº 1, p. 1-30 et nº 4, p. 1-63, 1871.

BALBIANI (E.G.). — Observations sur la reproduction du Phylloxera du Chêne. *Mém. Ac. d. Sc.*, vol. 22, nº 14, p. 21, 1874.

BALBIANI (E.G.). — Sur la parthénogénèse du Phylloxera comparée à celle des autres Pucerons. *C.R. Acad. d .Sc.*, vol. 82, 1876.

BALBIANI (E.G.). — Sur les conditions de la sexualité chez les Pucerons. Observations et réflexions. *Intermédiaire des Biologistes*, vol. 5, p. 12, 1898.

BALBIANI (E.G.) et SIGNORET. — Sur la reproduction du Puceron brun de l'Erable. *C.R. Acad. d. Sc.*, vol. 64, p. 1259-1262, 1867.

BANTA (A.M.). — The effects of long-continued parthenogenetic reproduction (127 générations) upon Daphnids. *Science*, vol. 41, p. 442, 1915.

BARNES (M.F.). — Notes on the parasites of the Cabbage Aphid *(Brevicoryne brassicae L.)* *Entomol. Monthl. Magazine*, vol. 67, p. 55, 1931.

BÊLOUSOV (N.). — Sur les pigments des *Aphidae* (en russe). *Trav. Soc. Nat. Kharkov*, vol. 41, p. 59-141 et 291-372, 1906-1907.

BENOIT (J.). — Facteurs externes et internes de l'activité sexuelle. I. Stimulation par la lumière de l'activité sexuelle chez le Canard et la Cane domestique. *Bull. Biol. France et Belgique*, vol. 70, p. 487-533, 1936.
II. Etude du mécanisme de la stimulation par la lumière de l'activité testiculaire chez le Canard domestique. Rôle de l'hypophyse. *Bull. Biol. France et Belgique*, vol. 71, p. 394-437, 1937.

BERG (W.J.). — Eastern strawberry louse. *Ark. Agr. Exp. Sta. Bull.*, vol. 179, p. 16, 1922.

BERLESE (A.). — Gli insetti, 1004 p. Milano : Societa Editrice Libraria, 1909.

BILANOVSKII (I.D.). — Ueber die wirtschaftliche Bedeutung einiger parasitischen Insekten. *Trav. Mus. Zool. Acad. Sci. Ukr.*, nº 21-22, p. 167-169, 1938 (en Ukrainien).

BLOCHMANN (F.). — Ueber die Richtungskörper bei Insekteneiern. *Morph. Jahrb.*, vol. 12, p. 544-574, 1887.

BLOCHMANN (F.). — Ueber die regelmässigen Wanderungen der Blattlaüse speziell über den Generationscyklus von *Chermes abietis* L. *Biol. Centralbl. Bd.*, vol. 9, nº 9, 1889.

BODENHEIMER (F.S.). — The Ecology of Aphids in a subtropical climate. *VIe Congr. int. Ent. Madrid* 1940, R.A.E. 1940, p. 553, 1935.

BODENHEIMER (F.S.). — Problems of Animal Ecology. 1 vol., 183 p., 1938.

BÖHMEL (W.) und JANCKE (O.). — Beitrag zur Embryonalentwicklung der Wintereier von Aphiden. *Z. angew. Ent.*, vol. 29, p. 636-658, 1942.

BOITEAU (P.). — Sur les générations parthénogénésiques du Phylloxera. *C.R.Ac. d. Sc.*, T. 97, p. 1180-1183, 1883.

BOITEAU (P.). — Sur les mœurs du Phylloxera et sur l'état actuel des vignobles. *C.R. Ac. d. Sc. Paris*, T. 105, p. 157, 1887.

BONNEMAISON (L.). — Arrêts de développement et diapauses. *Ann. des Epiph.*, T. 11, p. 19-56, 1945.

BONNEMAISON (L.). — Variations et anomalies morphologiques chez un Aphide : *Rhopalosiphum prunifoliae* Fitch. *Annales Ecole Nat. Agri. Grignon*, p. 1-19, 1946.

BONNEMAISON (L.). — Action des températures constantes ou variables sur le développement d'un Hémiptère : *Eurydema ornatum* L. (Pentat.). *Ann. des Epiph.*, T. 12, p. 115-143, 1946.

BONNEMAISON (L.). — Note sur les facteurs conditionnant l'apparition des formes sexuées chez les *Aphididae*. *C.R. Ac. Sc.*, T. 226, p. 2093-2094, 1948 *a*.

BONNEMAISON (L.). — Influence des prédateurs et des parasites sur l'apparition des formes ailées de *Brevicoryne brassicae* L. *(Hem. Aphidinae)*. *C.R. Ac. Sc.*, T. 227, p. 1415-1417, 1948

Bonnemaison (L.). — Remarques sur les facteurs d'apparition des ailés chez les *Aphidinae. VIIIe Congrès International d'Ent. Stockholm* p. 199-203, 1948 *c*.

Bonnemaison (L.). — Suppression des sexupares ailés et spanandrie chez *Brevicoryne brassicae* L. *C.R. Ac. Sc.*, T. 228, p. 209-210, 1949 *a*.

Bonnemaison (L.). — Action de l'effet de groupe sur la production des ailés chez *Brevicoryne brassicae* L. (*Hem. Aphidinae*). *C.R. Ac. Sc.*, T. 229, p. 142-143, 1949 *b*.

Bonnemaison (L.). — Sur l'existence d'un facteur inhibant l'apparition des formes sexuées chez les *Aphidinae. C.R. Ac. Sc.*, T. 229, p. 386-388, 1949 *c*.

Bonnemaison (L.). — Influence de l'alimentation et de la lumière sur la reproduction sexuée de *Myzus persicae* L. (*Hem. Aphidinae*). *C.R. Ac. Sc.*, T. 230, p. 136-137, 1950 *a*.

Bonnemaison (L.). — Détermination épigamique du sexe chez les *Aphidinae. C.R. Ac. Sc.*, T. 230, p. 411-413, 1950 *b*.

Bonnet (Ch.). — Traité d'insectologie ou observations sur quelques espèces de vers d'eau douce et sur les pucerons. Durand, Paris, 1748.

Bonnet (Ch.). — Œuvres d'histoire naturelle et de philosophie, T. 1, 1779.

Börner (C.). — Eine monographische Studie über die Chermesiden. *Arbeit K. Biol. Anst. Land. u. Forstwirtsch.*, p. 274-281, 1908.

Börner (C.). — Blattläus studien. *Naturw. Ver. Bremen, Abhandl.* 23, p. 164-184, 1914.

Börner (C.). — Die Brutpflanzen der Kohlblattlaus. *Mitt. Biol. Anst. Reichsanst.* Heft 21, p. 194, 1921.

Börner (C.). — Züchtung der Homopteren. *Handbuch Biol. Arbeitsmethod. Heransgegeb. E. Abdherhalden IX*, 1926.

Brittain (W.H.). — Some factors influencing the occurence of alate forms in certain *Aphididae. Proc. Acadian Ent. Soc. Trura Nova Scotia*, vol. 7, p. 7-29, 1922.

Broadbent (L.). — A survey of potato aphides in north west. Derbyshire, 1945. *Ann. App. Biol.*, vol. 33, p. 360-368, 1946.

Buckton (G.B.). — A monograph of the British Aphides. *Ray Society*, London 1882, vol. 1-4, 1876-1883.

Burnham (J.C.). — Discovery of an autumn host plant of *Myzus persicae* Sulzer. *Canad. Ent.*, vol. 69, p. 208, 1937.

Burnett (W.I.). — Researches on the development of viviparous aphides. *Proc. Am. Assoc. Adv. Sci. 7th Meeting*, p. 203-223, 1856.

Buxton (P.A.) and Melamby (K.). — The measurement and control of humidity. *Bull. of Ent. Research*, vol. 25, p. 171-175, 1934.

Cairaschi (E.). — Observations sur les facteurs de pullulation des pucerons vecteurs de maladies à virus de la Pomme de terre. *C.R. Ac. Ag.*, p. 314-316, 1944.

Cairaischi (E.). — La pullulation des Pucerons vecteurs de maladies à virus de la Pomme de terre en 1943. Quelques observations et conséquences pratiques en rapport avec la sélection sanitaire. *C.R. Ac. Ag.*, p. 316-317, 1944.

Cairaschi (E.A.) et Grison (P.). — Action des froids anormaux de l'hiver 1938-1939 sur divers insectes nuisibles de la région parisienne, *C.R. Ac. Ag. Fr.*, vol. 25, p. 537-541, 1939.

Call (L.E.). — Climate and injurious insect investigations. *Kansas Agri. Expt. Stat. Ann. Rept.*, p. 20-21, 1917-1918.

Carter (W.). — Injuries to plants caused by insect Toxins. A comprehensive review. *Bot. Rev.*, vol. 5, p. 273-326, 1939.

Carus (J.V.). — Zur Näheren Kenntnis des Generationswechsels. *Beobachtungen und Schlüsse*, p. 1-67, pls. 1 and 2. Leipzig Engelmann, 1849.

Chaine (J.). — Destruction du Puceron du Rosier par les grandes chaleurs de l'été. *Bull. Soc. d'Etude et de Vulgarisation de Zool. Agricole*, vol. 18, p. 1-3, 1919.

Chauvin (R.). — Contribution à l'étude physiologique du Criquet pélerin et du déterminisme des phénomènes grégaires. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, vol. 110, p. 133-272, 1941.

Cholodkowsky (N.). — Noch Einiges zur Biologie der Gattung *Chermes* L. *Zool. Anzeiger*, 12 Jhg, 1889.

Cholodkowsky (N.). — Neue Mitteilungen zur Lebensgeschite der Gattung *Chermes. Zool. Anzeiger*, 12 Jhg, 1889.

Clarke (W.T.). — Conditions favoring wing development in *Nectophora rosae* Linn. *Jour. of Tech. Univ. of Calif. Stud. Publ.* 1, p. 96-99, 1903.

Creighton (J.T.). — Factors influencing Insect Abundance. *J. Econ. Ent.*, vol. 31, n° 6, p. 735-739, 1938.

Cuenot (L.). — Sur la détermination du sexe chez les animaux. *Bull. Scient. France et Belgique*, vol. 32, p. 462-535, 1899.

Cuenot (L.). — Invention et finalité en Biologie. *Bibl. de Philosophie scientifique*, 259 p., 1941.

DAS (B.). — The Aphididae of Lahore, ed. by P. van der Goot. *Mem. Indian Museum*, vol. 6, p. 135-274, 1918.

DAVIDSON (J.). — The structure and biology of *Schizoneura lanigera* Haussmann or wooly Aphis of the Apple tree. Part I. The apterous viviparous female. *Quart. Jour. Micros. Soc.*, vol. 58, p. 653-701, 1913.

DAVIDSON (J.). — The Host-Plants and Habits of *Aphis rumicis* Linn. with observations on the migration of, and Infestation of Plants by Aphides. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 2, p. 118-141, 1914.

DAVIDSON (J.). — On the mouth parts and mechanism of suction in *Schizoneura lanigera*. *J. Linn. Soc.* London, 32, p. 307-330, 1914.

DAVIDSON (J.). — Biological studies of *Aphis rumicis* Linn. A. Appearance of winged forms. B. Appearance of sexual forms, *Sci. Proc. R. Dublin Soc.* 16, p. 304-322, 1921.

DAVIDSON (J.). — Biological studies of *Aphis rumicis* L. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 8, p. 51-65, 1921.

DAVIDSON (J.). — Biological studies of *Aphis rumicis* Linn. *Bull. Ent. Res.*, vol. 12, p. 81-89, 1921.

DAVIDSON (J.). — Biological studies on *Aphis rumicis* L. The penetration of plant tissues and the source of the food supply of Aphids. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 10, p. 35-54, 1923.

DAVIDSON (J.). — Factors which influence the appearance of the sexes in Plant-lice. *Science*, vol. 59, nº 1529, p. 364, 1924.

DAVIDSON (J.). — Biological Studies of *Aphis rumicis* Linn. Factors affecting the Infestation of *Vicia faba* with *Aphis rumicis*. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 12, nº 4, p. 472-507, 1925.

DAVIDSON (J.). — The Bean Aphis. *Jl. Minist. Agric.*, vol. 32, nº 3, p. 234-242, London, June 1925, 1925.

DAVIDSON (J.). — The sexual and parthenogenetic generations of the Life cycle of *Aphis rumicis* L. *Verh. III Internat. Ent. Kongr.*, Zurich 1925, vol. 11, p. 452-457, 1926.

DAVIDSON (J.). — The biological and ecological aspect of migration in aphides. *Science Progress*, vol. 21, 641-658, vol. 22, p. 57-69, 1927.

DAVIDSON (J.). — On the Occurence of the Parthenogenetic and Sexual Forms in *Aphis rumicis* L. with special reference to the Influence of environmental Factors. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 16, nº 1, p. 104-134, 1929.

DAVIDSON (J.) and HENSON (H.). — The Internal Condition of the Host Plant in Relation to Insect attack, with special reference to the Influence of Pyridine. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 16, nº 3, p. 458-471, 1929.

DAVIES (M.). — Ecological Studies on aphides infesting the potato Crop. *Bull. of Entomological Research*, vol. 23, p. 535-548, 1932.

DAVIES (W.M.). — Studies on aphides infesting the potato crop. II. Aphis survey : its bearing upon the selection of districts for seed potato production. *Ann. App. Biol.*, vol. 21, p. 283-299, 1934.

DAVIES (W.M.). — Studies on Aphides Infesting the Potato Crop. III. Effect of variation in Relative Humidity on the flight of *Myzus persicae* Sulz. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 22, nº 1, p. 106-115, 1935.

DAVIES (W.M.). and WHITEHEAD (T.). — Studies on Aphides infesting the Potato crop. IV. Notes on the migration and condition of alate *Myzus persicae* Sulz. *Ann. App. Biol.*, vol. 22, nº 3, p. 549-556, 1935.

DAVIS (J.J.). — Biological studies on three species of Aphididae. *U.S. Dept. Agric. Bur. Ent. Tech.* Ser. 12, part 8, 1909.

DAVIS (J.J.). — The Oat Aphis. *U.S. Dept. Agric. Washington D.C. Bull.*, nº 112, 21 august 1914, 16 p., 1914.

DEAL (J.). — The temperature preferendum of certain insects. *Jour. of Animal Ecology*, vol. 10, p. 323-356, 1941.

DE GEER (C.). — Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 8 vol., Stockholm, 1752-1778.

DICKER (G.H.L.) and PEARCE (S.C.). — A Study of the variation of size within two Species of Aphides. *Bull. of Ent. Research*, vol. 31, p. 45-56, 1940.

DILL (W.). — Der Entwicklungsgang der mehligen Pflaumenblattlaus *Hyalopterus arundinis* F. in Schweizerischen Mittelland. Mitteilungen der Aarganischen Naturforschenden gesellschaft. *Heft XX*, p. 1-89, Aaran 1937. *Extrait in Rev. Path. veg. et E. Agric.*, 1938, p. 163-172, 1937.

DONCASTER (J.P.) and KASSANIS (B.). — The shallot aphis, *Myzus ascalonicus* Doncaster and its behaviour as a vector of plant viruses. *Ann. appl. Biol.*, vol. 33, nº 1, p. 66-68, 1946.

DUNN (J.A.). — The parasites and predators of potato aphides. *Bull. of Ent. Res.*, vol. 40, p. 97-122, 1949.

DUVAU (A.). — Nouvelles recherches sur l'histoire des Pucerons. *Mem. du Mus. d'hist. nat.*, T. 13, p. 126-240 et *Ann. Scienc. nat. Zool.*, t. 5, 1825.

ELZE (D.L.). — Observation on *Brachycolus brassicae* L. in Palestine *Hemiptera* : *Aphidoidea. Bull. Soc. Fouad* 1er *Ent.*, 28 p. 109-112, 1944.

EVANS (A.C.). — Physiological relationships between Insects and their host plants. I. Effect of the chemical composition of the plant on reproduction and production of winged forms in *Brevicoryne brassicae* L. *Ann. Appl. Biol.* 1938, vol. 25, p. 558-572, 1938.

EVANS (A.C.). — Physiological Relationships between Insects and their Host Plants. II. A. preliminary Study of the Effect of Aphides on the Chemical Composition of Cabbage and Field Beans. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 28, nº 4, p. 368-371, 1941.

EWING (H.E.). — Pure line inheritance and parthenogenesis. *Biol. Bul.*, vol. 26, p. 25-35, 1914.

EWING (H.E.). — Notes on regression in a pure line of plant-lice. *Biol. Bull.*, vol. 27, p. 164-168, 1914.

EWING (H.E.). — Eighty seven generations in a Parthenogenetic Pure line of *Aphis avenæ* Fab. *Biol. Bull. Marine Biol. Laboratory Woods Hole*, vol. 2, p. 53-112, 1916.

EWING (H.E.). — Selection, regression and parent-progeny correlation in *Aphis avenæ* Fab. *Trans. Ill. Acad. Sci.*, vol. 10, p. 303-322, 1917.

EWING (H.E.). — The Factors of Inheritance and parentage as affecting the ratio of alate to apterous individuals in aphids. *Amer. Nat.*, vol. 59, p. 311-326, 1925.

EWING (H.E.). — Wing production in Plant Lice. *Amer. Nat.*, vol. 60, p. 576-579, 1926.

FENJVES (P.). — Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myzus* (*Myzodes*) *persicæ* Sulz. Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. *Mitt. der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bd XIX Heft* 11, 124 p., 1945.

FERRIÈRE (C.) et VOUKASSOVITCH (P.). — Sur les parasites des Aphides et leurs hyperparasites. *Bull. Soc. Ent. France*, vol. 33, p. 26-29, 1928.

FORD (E.B.). — Polymorphism. *Biol. Rev.*, p. 73-88, 1945.

FOWLER (R.). — Green Peach Aphis (*Myzus persicae* Sulz) and its control. *J. Dep. Agric. S. Anst.* 38, nº 3, p. 376-382, 1934.

GARNER (W.W.) and ALLARD (H.A.). — Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *Journ. Agric. Research*, vol. 18, p. 553-606, 1920.

GAUMONT (L.). — Contribution à l'étude de la biologie du puceron noir de la Betterave. *C.R. Ac. Sc.*, T. 157, p. 1092-1094, 1913.

GAUMONT (L.). — Conditions générales de pullulation des aphides. *Ann. des Epiph.*, T. 15, p. 253-316, 1929.

GAUMONT (L.). — Sur quelques Syrphides prédateurs d'Aphides observés aux environs de Montargis. *Rev. Path. veg. Ent. Agric.*, vol. 16, p. 62-64, 1929.

GAUTIER (C.) et BONNAMOUR (S.). — Un *Aphidius (Hym. Braconidæ)* parasite du Puceron du Pêcher. *Bull. Soc. Ent. France*, p. 127, 1925.

GENTRY (T.G.). — Observations on certain plant lice of the genus *Aphis*. *Canad. Ent.*, T. 5, p. 121-123, 1873.

GILLETTE (C.P.) and BRAGG (L.C.). — *Aphis saliceti* Kaltenbach, *Siphocoryne pastinaceae* L, and allied species. *Canad. Ent.*, vol. 50, p. 89-94, 1918.

GOOT (P. van der). — Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattlaüse. Eine Morphologisch-systematische Studie. *Harlem und Berlin*, 600 p., 1915.

GOOT (P. van der). — Zur Kenntnis der Blattlaüse Javas. *Contr. Faune Indes Neerl.*, vol. 1, p. 1-30, 1917.

GORHAM (Pr. P.). — The progres of the Potato Aphid Survey in New Brunswick and adjacent Provinces. *72nd Rep. ent. Soc. Ont.* 1941, p. 18-20, 1942.

GORHAM (R.P.). — Rearing the aphid *Myzus persicæ* Sulzer indoors in winter. *Canad. Ent.*, vol. 74, p. 76, 1942.

GRASSÉ (P.P.). — L'essaimage des Termites. Essai d'analyse causale d'un complexe instinctif. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, vol. 76, p. 347-382, 1942.

GRASSÉ (P.P.). — Sociétés animales et Effet de groupe. *Experientia*, vol. 11, p. 77-116, 1946.

GRASSÉ (P.P.) et CHAUVIN (R.). — L'effet de groupe et la survie des neutres dans les Sociétés animales. *Rev. Scientifique*, vol. 7, p. 461-464, 1946.

GRÉGOIRE (V.). — Les cinèses de maturation dans les deux règnes. *La Cellule*, vol. 26, p. 223-422, 1910.

GREGORY (L.H.). — The effect of starvation on wing development of *Microsiphum destructor*. *Biol. Bull.*, vol. 33, p. 296-303, 1917.

GUYENOT (E.). — Recherches expérimentales sur la vie aseptique et le développement d'un organisme en fonction du milieu. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, Thèse Paris, 1917.

Hamilton (M.A.). — Further Experiments of the artificiel feeding of *Myzus persicæ* Sulz. *Ann. App. Biol.*, vol. 22, p. 243-258, 1935.

Harrington (C.D.). — Biological races of the pea Aphid. *J. Econ. Ent.*, vol. 38, p. 12-22, 1945.

Harrington (C.D.), Searls (E.M.), Brink (R.A.) and Eisenhart (C.). – Measurement of the Resistance of Peas to Aphides. *J. Agric. Res.*, vol. 67, p. 369-387, 1943.

Harris (R.G.). — Control of the Appearance of Pupa-larvae in Poedogenetic Diptera. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, vol. 9, p. 407-413, 1923.

Haviland (M.D.). — On the sexual forms of *Aphis saliceti* Kalt. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 6, p. 311-313, 1920.

Haviland (M.D.). — The experimental production of winged forms in an Aphid : *Myzus ribis* L. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 8, p. 101-104, 1921.

Headlee (T.J.). — Some data on the effect of temperature and moisture on the rate of insect metabolism. *J. Econ. Ent.*, vol. 7, p. 413-417, 1914.

Heinze (K.) und Profft (J.). — Zur Lebensgeschichte und Verbreitung der Blattlaus *Myzus persicæ* Sulz in Deutschland und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Kartoffelviren. *Landw. Jahrb*, vol. 86, p. 483-500, 1938.

Henneguy (L.F.). — Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera. *C.R. Acad. d. Sc.*, vol. 94, p. 1288-1289, 1882.

Henneguy (L.F.). — Sur le Phylloxera gallicole. *C.R. Acad. d. Sc.*, vol. 95, p. 1136-1140, 1882.

Henneguy (L.F.). — Sur le Phylloxera gallicole. *C. Acad. d. Sc.*, vol. 97, p. 1348-1350, 1883.

Henneguy (L.F.). — Les insectes. Morphologie. Reproduction. Embryogénie, 1 vol., 804 p., Masson, 1904.

Herrick (G.W.). — The Cabbage Aphis *(Aphis brassicæ). Journ. Econ. Ent.*, vol. 4, p. 219-224, 1911.

Herrick (G.W.) and Hungate 1911 — The Cabbage Aphis *(Aphis brassicæ* L.*). Agric. Exp. Sta. Cornell Bull.*, p. 717-746, 1911.

Herrick (G.W.). — The « Ponderable » Substance of Aphids. *Ent. News*, vol. 37, p. 207-210, 1926.

Heyden (C.H.G. von). — Zur Fortplanzungsgeschichte der Blattläuse. *Stettin. Entom Zeitung*, vol. 18, p. 83-84, 1857.

Hodson (W.E.H.). — On the synomymy and Biology of the Strawberry Aphis *Capitophorus fragaria* Theo. *Bull. ent. Res.*, vol. 28, p. 409-416, 1937.

Honda (H.). — Spermatogenesis of Aphids ; the fate of the smaller secondary spermatocyte. *Biol. Bull.*, vol. 40, p. 349-368, 1921.

Horsfall (J.L.). — The effects of feeding punctures of Aphids on certain plant tissues. *Pa. Agr. Expt. Sta. Bull.*, vol. 182, p. 22, 1923.

Horsfall (J.L.). — Life History Studies of *Myzus persicæ* Sulzer. *Pennsylvania Agric. Expt. Station Bull.*, vol. 185, 16 p., 1924.

Horsfall (J.L.). — The life history and bionomics of *Aphis rumicis* L. *University of Iowa Studies in Nat. Hist.*, vol. 11, nº 2, p. 1-57, 1925.

Horwath (G. de). — Sur l'existence de séries parallèles dans le cycle évolutif des Pemphigiens. *C.R. Acad. Sc. Paris*, T. 114, p. 842-844, 1892.

Hunter (S.J.). — On the transition from parthenogenesis to gamogenesis in aphids. *Science, N.S.*, vol. 33, p. 267-268, 1911.

Huxley (Th. H.). — On the agamic reproduction and morphology of *Aphis. Trans. Linn. Soc.*, vol. 22, p. 193-236, 1858.

Imms (A.D.). — Temperature and humidity in relation to problems of insect control. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 19, p. 125-143, 1932.

Jackson (C.M.). — Dystrophic morphology and its significance. *Science*, vol. 57, p. 537-546, 1923.

Jacob (F.H.). — The over-wintering of *Myzus persicae* Sulz on *Brassicæ* in North Walles. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 28, p. 119-124, 1941.

Jacob (F.H.). — A two Years'Survey of the Potato Aphides in the Northern Agricultural Advisory Province. *Ann. App. Biol.*, vol. 31, p. 312-319, 1944.

Kawasaki (M.). — Some observations on the Life after the Fall migration to the Peach Tree in *Myzus persicæ* Sulz. in Manchuria. *Insect World*, vol. 44, p. 101-103, 132-135, 1940.

Keller (C.). — Die Wirkung des Nahrungsentzuges auf *Phylloxera vastatrix. Zool. Anz. Bd.*, 10, p. 583-588, 1887.

Kessler (Fr. H.). — Entwickelungsgeschichte von *Tetraneura ulmi. Entom. Nachricht.* 5e *Jahrg.*, 1879.

KESSLER (Fr. H.). — Neue Beobachtungen u. Entdeckungen an auf *Ulmus campestris* verkommenden Aphiden Arten. *Prog. Realschul. 2 Ord. Cassel*, 1880.

KESSLER (Fr. H.). — Die auf *Populus nigra* und *P. dilatata* vorkommende Aphidien-Arten, etc... *Bericht d. Vereins F. Naturf. z. Cassel*, 1881.

KESSLER (H. F.). — Die Entwicklung und Lebensgeschichte von *Chaetophorus aceris* Koch, *Chaetophorus testudinatus* Thornton, *Chaetophorus lyropictus* Kessler. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol.*, vol. 51, 1883.

KESSLER (H.). — Notizen zur Lebensgeschichte der Rosenblattlaus, *Aphis rosæ* L, *Cassel*.. 1896.

KIRSCHNER (R.). — Beiträge zur Biologie von *Phorodon humuli* Schork, nebst Bemerkungen und Versuchen über das Entstehen von geflügelten Aphiden. *Biol. ZBl.*, vol. 52, Leipzig, p. 103-117, 1932.

KLODNITSKI (L.). — Beiträge zur Kenntnis des Generations wecksels bei einigen *Aphididæ Zool. Jahrb. Abt. System. Geog. u. Biol. der Tiere*, vol. 33, p. 445-520, 1912.

KOCH (Ch.). — Die Pflanzenläuse, Aphiden, getreu nach dem Leben abgebildet und beschrieben. 9 *Hefte. Nürnberg*, 1854-1857.

KUIJPER (J.). — Verslag van het Deli Proefstation over het jaar 1928. *Meded. Deli. Proefst*, nº 60, 62 p., Medan, 1929.

KYBER (J.F.). — Einige erfahrungen und bemerkungen über Blattläuse. *Germar's Mag. Ent. Jahrg.* 1 ; *heft* 2, p. 1-39, 1815.

LAMBERS (D. Hille Ris). — Contributions to a monograph of the Aphididæ of Europa II. *Temminckia* p. 1-134, 1939.

LAMBERS (D. Hille Ris). — The hibernation of *Myzus persicæ* Sulzer and some related species, including a new one *(Hemipt. Aphidæ)*. *Bull. of Ent. Res.*, vol. 37, p. 197-199, 1946.

LATHROP (F.H.). — Observations on the biology of Apple Aphids. *Jour. Econo. Ent.*, vol. 14, p. 436-440, 1921.

LATHROP (F.H.). — Influence of température and evaporation upon the developpement of *Aphis pomi* De Geer. *Journ. Agric. Res.*, vol. 23, nº 12, p. 969-987, 1923.

LATHROP (F.H.). — The biology of Apple Aphids. *Ohio J. Sci.*, vol. 28, p. 177-204, 1928.

LATHROP (F.H.). — Observations on the Biology of Apple Aphids. *Jour. Econ. Ent.*, vol. 14, nº 5, p. 436-440, 1928.

LAWSON (C.A). — Order of differentiation in relation to order of determination in gamic female Aphids. *Amer. Nat.*, vol. 73, p. 69-82, 1939.

LAWSON (C.A.). - The significance of germaria in differentiation of ovarioles in female Aphids. *Biol. Bull.*, vol. 77, p. 135-145, 1939.

LAWSON (C.A.). — The developmental history of germaria in parthenogenetic female aphids. *Ohio Journ. Sc.*, vol. 40, p. 74-81, 1940.

LAWSON (C.A.). — Germarial differences and the production of aphid types. *Biol. Bull.*, vol. 85, p. 60-68, 1943.

LAWSON (C.A.). — The effect of temperature on longevity reproduction and growth in Aphids. *Genetics*, Menasha, vol. 26, 1941, p. 159.

LAWSON (C.A.). — The relation of hind tibiae and sensoria to intermediacy in parthenogenetic Aphids. *Ann. ent. Soc. Amer.*, p. 409-413, 1944.

LEEUWENHOEK (A. van). — Arcana Naturae Detecta 2, Epistola 90. Lugduni Batavorum 1695.

LEONARDI (G.). — Elenco delle specie di Insetti dannosi e loro parassiti ricordati in Italia fino all'anno 1911. *Ann. R. Scuola Sup. Agric. Portici*, vol. 19, 143 p., Portici, 1922-1925.

LEYDIG (F.). — Ueber die Entwicklung der Pflanzenläuse. *Isis*, vol. 3, p. 184, 1848.

LEYDIG (F.). — Einige Bemerkungen über die Entwicklung der Blattläuse. *Ztschr. wiss. Zool.*, vol. 2, p. 62-66, 1850.

LICHTENSTEIN (J.). — Anthogénésie chez les Pucerons souterrains des Graminées. *C.R. Acad. des Sc.*, vol. 84, p. 1489-1491, 1877.

LICHTENSTEIN (J.). — Considérations nouvelles sur la génération des Pucerons. *Baillière*, Paris, 16 p., 1878.

LICHTENSTEIN (J.). — Migration des Pucerons des galles du lentisque aux racines des graminées. *C.R. Ac. Sciences*, T. 87, p. 782-783, 1878.

LICHTENSTEIN (J.). — Métamorphose du Puceron des galles ligneuses du Peuplier noir. (*Pemphigus bursarius*). *C.R. Ac. Sc.*, T. 90, p. 804-806, 1880.

LICHTENSTEIN (J.). — De l'évolution biologique des pucerons en général et du Phylloxera en particulier, Paris, 1883.

LOEB (J.). — Ueber den Einfluss von Alkalien und Saüren auf die Embryonale Entwicklung and das Wachstum. *Arch. Entwicklungmec.*, vol. 3, 1908.

LOUGHNANE (J.B.). — A survey of the Aphis Population of Potato Crops in Ireland in Relation to the Production of Seed Potatoes. *J. Dep. Agr. Eire*, vol. 37, nº 2, p. 370-382, 1940.

MACCHIATI (L.). — A proposito della teoria del Chiarissimo Sig. J. LICHTENSTEIN de titolo « L'evolutione biologica degli Aphidi in generale e della Fillossera in particolare ». *Bull. Soc. Entomol. Ital. Anno* 16, 1884.

MAGROU (J.), MANIGAULT (P.) et MARIAT (F.). — Sur un dispositif d'éclairement artificiel des semis. *C.R. Ac. Sciences*, T. 222, p. 521-523, 1946.

MARCHAL (P.). — Contribution à l'étude de la Biologie des Chermes. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, Paris, vol. 18, p. 153-384, 1913.

MARCHAL (P.). — Le cycle évolutif du Puceron lanigère du Pommier. *C.R. Ac. Sc.*, T. 169, p. 211-216, 1919.

MARCHAL (P.). — Contribution à l'étude du cycle évolutif du Puceron lanigère. *Eriosoma, lanigerum* Haussmann. *C.R. Ac. Sci.*, T. 168, p. 271-275, 1924.

MARCHAL (P.). — Contribution à l'étude des migrations chez les Eriosomiens. *C.R. Ac. Sci.*, T. 178, p. 737-739, 1924.

MARCHAL (P.). — Etude biologique et morphologique du Puceron lanigère du Pommier. *Eriosoma lanigerum* Hausmann. *Ann. Epiphyties*, vol. 14, p. 1-106, 1928.

MARCHAL (P.). — Les Aphides de l'Orme et leurs migrations. *Ann. Epiphyties*, vol. 19, p. 207-329, 1933.

MARCOVITCH (S.). — Plant-lice and light exposure. *Science*, vol. 58, p. 537-538, 1923.

MARCOVITCH (S.). — The migration of the Aphididæ and the appearance of the sexual forms as affected by the relative length of daily light exposure. *Journ. Agri. Research*, vol. 27, p. 513-522, 1924.

MARCOVITCH (S.). — The strawberry Root Louse in Tennessee. *J. Agric. Res.*, vol. 30, p. 441-449, 1925.

MARTELLI (G.). — Notizie sull' *Aphis brassicæ* L. e su aleuni suoi parassiti ed iperparassiti. *Boll. Lab. Zool. Portici*, vol. 5, p. 40-54, 1911.

MASON (A.C.). — Relation of environmental factors to wing development in aphids. *Florida Ent. Gainesville*, vol. 6, p. 25-32 et vol. 7, p. 1-7, 1922-1923.

METCHNIKOFF (E.). — Embryologische Studien an Insecten. *Zeitsch. f. wissen. Zool. Bd.*, 16, 112 p., 1866.

MIMEUR (J.M.). — Miellées végétales et miellats animaux. *C.R. Ac. d'Agric.*, p. 295-298, 1945.

MORDWILKO (1895). — Zur Biologie und Systematik der Baumläuse *(Lachninæ Pas.)* des Weichselgebietes. *Zool. Anz* 18 *Jahrg.*, 1895.

MORDWILKO (A.). — Zur Anatomie der Pflanzenläuse Aphiden (Gattungen *Trema* Hayden und *Lachnus* Illiger). *Zool. Anz.* 18e *Jahrg.*, 1895.

MORDWILKO (A.). — Zur Biologie der Blattläuse aus dem unterfamilien Aphididæ und Pemphigidæ. *Arb. Zool. Lab. Univ. Warschau*, 1896, p. 23-146.

MORDWILKO (A.). — Beiträge zur Biologie der Pflanzenlaüse, *Aphididæ* Passerini. *Biol. Centralblatt*, vol. 27, p. 529-550, 561-575, 747-767, 769-816 ; vol. 28 p. 631-639, 649-662, vol. 29 p. 82-118, 147-160, 164-182, 1907, 1908, 1909.

MORDWILKO (A.). — Aphids with incomplete cycles of generations and their origin. *C.R. Ac. Sc. Russie*, p. 50-53, 1924.

MORDWILKO (A.). — Anolocyclic Aphids and the glacial Epoch ; Anolocyclic Uredinales. *C.R. Ac. Sc. Russie*, p. 54-56, 1924.

MORDWILKO (A.). — On the theory of plant lice migrations. *C.R. Ac. Sc. Russie*, p. 141-144, 1924.

MORDWILKO (A.). — Cases of heteroecy in the plant lice resulted of the primary polyphagy. *C.R. Ac. Sc. Russie*, p. 161-162, 1924.

MORDWILKO (A.). — L'anolocyclie chez les Pemphigiens des Pistachiers. *C.R. Ac. Sc.* Paris, T. 185, p. 295-297, 1927.

MORDWILKO (A.). — Les Pemphigiens des Pistachiers et leurs formes anolocycliques. *Bull. Soc. Zool. France*, vol. 53, p. 358-366, 1928.

MORDWILKO (A.). — Die Blättlause mit unvollständigem Generationscyklus und ihre Entstehung. *Ergebn-Zool.*, vol. 8, p. 36-328, 1935.

MOREIRA (C.). — Les Pucerons et leurs œufs d'hiver (Hem : *Aphididae*). *Bull. Soc. Entomol. France*, vol. 13, p. 236-238, 1919.

MORGAN (A.C.F.). — Notes on experiments made with the winged form of phylloxera *Vastatrix radicicola*. *Trans. Ent. Soc. London* : p. 27-32, 1885.

MORGAN (T.H.). — A biological and cytological study of sex determination in Phylloxeras and Aphids. *Jour. Expt. Zool*, vol. 7, p. 239-352, 1909.

MORGAN (T.H.) and TICE. — The influence of the environment on the size of expected classes. *Biol. Bull.*, vol. 26, 1914.

MORGAN (T.H.). — The Elimination of the Sex chromosomes from the male-producing eggs of Phylloxeras. *Jour. Exper. Zool.*, vol. 12, p. 479-498, 1912.

MORGAN (T.H.). — The predetermination of Sex in Phylloxerans and Aphids. *Jour. Exper. Zool.*, vol. 19, p. 285-316, 1915.

MORREN (Ch. F.A.). — Mémoires sur l'émigration du Puceron du Pêcher (*Aphis persicae*) et sur les caractères et l'anatomie de cette espèce. *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, Bruxelles, vol. 2, p. 75-104, 1836.

NEILLS (J.D.). — Wing production in aphids. *Ent. News*, vol. 23, p. 149-151, 1912.

NUSSLIN (O.). – Zur Biologie der Gattung *Chermes. Biol. Centralbl. Bd*, p. 27-30, 1908-1910.

OSSIANNILSSON (F.). — Studier över de svenska potatisfältens insektfauna och dess betydelse för spridning av virussjukdomar. I. Hemiptera förekomst och utbredning. *Med. Växtskyddsanst*, n° 39, 72 p., 1943.

OWEN (R.). — On Parthenogenesis or the successive Production of Procreating Individuals from a single Ovum, 76 p., 1 pl., London : Van Voorst, 1849.

PAINTER (R.H.). — The food of insects and its relation to resistance of plants to insect attack. *Amer. Nat.*, vol. 70, p. 547-566, 1936.

PARROT (P.) and FULTON (B.). — The Cabbage Aphis. *N.Y. Agric. Exp. Station Circular*, n° 30, Genova, 1914.

PATCH (E.). — Eastern aphids, new or little known. part. 1. *Jour. Ec. Ent.*, vol. 10, p. 416-420, 1917.

PATCH (E.). — The life-cycle Aphidae and Coccidae. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, vol. 13, p. 156-167, 1920.

PATCH (E.M.). — Food-plant catalogue of the Aphids of the world including the Phylloxeridae. *Maine Agiiculiural Siarion Orono*, bull. 393, 431 p., 1938.

PELTIER (M.). — Anomalies florales des moutardes causées par le Puceron *Brevicoryne brassicae. Rev. Bot. Appl.*, p. 246-249, 1944.

PENMAN (H.L.). — Natural evaporation from open water, bare soil and grasse. *Proceedings of the Royal Society*, vol. 193, p. 120-145, 1948.

PERGANDE. — *Hormaphis hamamelidis* Fitch and *Hamamelistes spinosus Shimer. U.S. Depart. Agric. Div. Entom. Techn. Ser.*, p. 7-44, 1901.

PETERSON (A.). — Some Studies on the Influence of Environmental Factors on the Hatching of the Eggs of *Aphis avenae* Fab. and *Aphis pomi* de Geer. *Ann. Ent. Soc. Amer. Columbus, Ohio*, vol. 13, p. 391-400, 1920.

PETHERBRIDGE (F.R.) and MELLOR (J.E.M.). — Observations on the life history and control of the cabbage aphis, *Brevicoryne brassicae* L. *Ann. appl. Biol.*, vol. 23, p. 329-341, 1936.

PETHERBRIDGE (F.R.) and WRIGHT (D.W.). — The Cabbage Aphis (*Brevicoryne brassicae* L.). *J. Minist. Agric.*, vol. 45, n° 2, p. 140-148, 1938.

PHILLIPS (W.J.). — *Macrosiphum granarium*, the English grain Aphis. *Journ. agric. Research*, vol. 7, p. 463-480, 1916.

PLETSCH (D.J.). — Improved device for artificial Feeding of Aphids. *Journ. econ. Ent.*, vol. 30, p. 211-212, 1937.

POISSON (R.). — Sur la biologie de *Myzodes (Myzus) persicae* Sulz (Hemipt. Phytoph. Aphid.) en Bretagne. *C.R. Ac. d. Sc.*, T. 210, p. 312-314, 1940.

POISSON (R.). — Sur la reproduction agame de *Myzus persicae* Sulz. (Hem. Aphid.) en Bretagne. *C.R. S. Soc. Biol.*, vol. 133, p. 634, 1940.

POISSON (R.). — Sur la biologie de *Myzodes (Myzus) persicae* Sulz. A propos des plantes-hôtes secondaires de cet Aphidien. *Bull. Soc. Sc. Bretagne*, vol. 18, p. 18-20, 1941.

RAINWATER (C.F.) and ALLEN (N.). — Temperature in the Life History of *Rhopalosiphum subterraneum* Mason, a new Cotton Root Aphid. *J. Econ. Ent.*, vol. 32, p. 557-560, 1939.

REINHARD (H.J.). — The influence of parentage, nutrition, temperature and crowding on wing production in *Aphis Gossypii* Glover. *Texas Agri. Expt. Stat. Bull.*, vol. 353, 19 p., 1927.

RIDDLE (O.). — The theory of Sex as stated in terms of resulte of studies on Pigeons. *Science N.S.*, vol. 46, p. 19-24, 1917.

RIS (H.). — A quantitative study of anaphase movement in the Aphide *Tamalia. Biol. Bull.*, p. 164-178, 1943.

RIVNAY (E.). — The influence of relative humidity upon the rate of development of the bed bug *C. lectularius* L. *Bull. Soc. Ent. Egypte*, p. 13-16, 1932.

RIVNAY (E.). — Moisture as the factor affecting wings development in the citrus aphis *Toxoptera auran ii*, Boy. *Bull. of Ent. Research*, vol. 28, p. 173-179.

ROBERTI (D.). — Monographia dell' *Aphis. (Doralis) frangulae* Koch. Parte I. Morfologia, anatom a, istologia. *Boll. Lab. Ent. Portici*, vol. 6, p. 127-312, 1946.

ROGERSON (J.P.). — The oat Bird Cherry Aphis, *Rhopalosiphum padi* L. and comparison with *R. crataegellum* Theo (Hem. Aphididae). *Bull. of. Ent. Research*, vol. 38, p. 157-176, 1948.

SAMPSON (W.). — A generic classification of California Aphids by means of first instar nymphs. *Un. of Cal. publ. in Entomology*, vol. 7, p. 365-402, 1946.

SANDERSON (E.D.). — The relation of temperature to the growth of insects. *Journ. Ec. Ent.*, vol. 3, p. 113-139, 1910.

SCHAEFFER (C.W.). — Physiological conditions which produce wing development in the Pea aphid. *Journ. of Agric. Research*, 1938, vol. 57, p. 825-858, 1938.

SCHNEIDER-ORELLI (O.) und LEUZINGER (H.). — Untersuchungen über die virginoparen und sexuparen Geflügelten der Blutlaus des Apfelbaumes. *Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. Zurich* 71 *Beiblatt* nº 9, p. 1-84, 1926.

SCOTT (E.I.). — An account of the developmental stages of some aphidophagous Syrphidae (dipt.) and their parasites (Hymenopt.). *Ann. App. Biol.*, vol. 26, p. 509-532, 1939.

SEMICHON (L.). — Remarques sur les circonstances de la reproduction sexuée chez les Aphidiens. *Bull. Soc. Ent. de France*, p. 330-331, 1910.

SEMICHON (L.). — Le cycle hétérogonique de *Pterocallis tiliae* L. et la présence de la chlorophylle. *C.R. Ac. Sc.*, T. 153, p. 974-977, 1911.

SHANDS (W.A.) and SIMPSON (G.W.). — The production of alate forms of *Myzus persicae* on *Brassica campestris* in the greenhouse. *Journ. of Agric. Res.*, vol. 76, p. 165-173, 1948.

SHINJI (G.O.). — A contribution to the physiology of wing development in Aphids. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, vol. 35, p. 95-116, 1918.

SHULL (A.F.). — Genetic relations of the winged and wingless forms to each other and to the sexes in the aphid *Macrosiphum solanifolii*. *Am. Nat.*, vol. 52, p. 507-520, 1918.

SHULL (A.F.). — Chromosomes and the life cycle of *Hydatina senta*. *Biol. Bull.*, vol. 41, p. 55-61, 1921.

SHULL (A.F.). — Sex and the parthenogenetic bisexual cycle. *Am. Nat.*, vol. 59, p. 138-154, 1925.

SHULL (A.F.). — Life cycle in aphids affected by duration of light. *Anat. Rec.*, vol. 34, p. 168-169, 1926.

SHULL (A.F.). — Duration of light and the wings of the aphid *Macrosiphum solanifolii*. *W. Roux's Arch. f. Ent. d. Org.*, vol. 113, p. 210-239, 1928.

SHULL (A.F.). — Determination of types of individuals in Aphids, Rotifers and Cladocera. *Biol. Reviews*, vol. 4, p. 218-248, 1929.

SHULL (A.F.). — The effect of intensity and duration of light and of duration of darkness, partly modified by temperature, upon wing production in aphids. *Arch. Entw. mech.*, vol. 115, p. 825-851, 1929.

SHULL (A.F.). — Control of gamic and parthenogenetic reproduction in winged aphids by temperature and light. *Zeits. f. induk. Abstamm. u. Vererbungslehre, Bd* 55, p. 108-126, 1930.

SHULL (A.F.). — Order of embryonic determination of the differential features of gamic and parthenogenetic aphids. *Zeits. f. induk. Abstamm. und Vererbungslehre Bd*, 57, p. 92-11, 1930.

SHULL (A.F.). — Order of embryonic segregation in intermediate Aphids not reversed by low temperatures. *Am. Nat.*, vol. 65, p. 469-473, 1931.

SHULL (A.F.). — Clonal differences and clonal changes in the aphid *Macrosiphum solanifolii*. *Am. Nat.*, vol. 66, p. 385-419, 1932.

SHULL (A.F.). — An internal but non genetic character affecting wing production in response to light in an aphid. *Amer. Nat.*, vol. 66, p. 180-183, 1932.

SHULL (A.F.). — The time of embryonic segregation in aphids as determined from intermediate types. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, vol. 19, p. 164-175, 1933.

SHULL (A.F.). — 1935. — Combinations of current and antecedent conditions in relation to wing production of aphids. *Biol. Bull.*, vol. 68, p. 35-50, 1935.

SCHULL (A.F.). — The production of intermediate winged aphids with special reference to the problem of embryonic determination. *Biol. Bull.*, vol. 72, p. 259, 1937.

SHULL (A.F.). — Time of determination and time of differentiation of aphid wings. *Am. Nat.*, vol. 72, p. 170-179, 1938.

SHULL (A.F.). — Distribution of intermediate winged Aphids in the Family and its Bearing on the mode of their production. *Am. Nat.*, vol. 73, p. 256-269, 1939.

SHULL (A.F.). — Adult intermediate-winged aphids not physiologically intermediate. *Genetics*, vol. 25, p. 287-298, 1940.

SHULL (A.F.). — Time of response to temperature in wing development in aphids, *Genetics*, Menasha, vol. 26, p. 168, 1942.

SHULL (A.F.). — The mechanism through with light and heat influence genetic factors for wing development in aphids. *Journ. of Exp. Zool.*, p. 183-195, 1942.

SHULL (A.F.). — Origin of diverse strains of an aphid species within a limited area. *Papers of the Michigan Ac. of Science, Arts and letters*, vol. 28, p. 425-431, 1942.

SIEBOLD (C.T. von). — Ueber die inneren Geschlechtswerkzeuge der Viviparen und Oviparen Blattlaüse. *Froriep's neue Notzen*, vol. 12, p. 305-308, 1839.

SLINGERLAND (M.V.). — Notes from the Cornell insectary — Some observations upon plant-lice. *Science*, vol. 21, p. 48-49, 1893.

SMITH (K.M.). — A textbook of Agricultural entomology. 1 vol., 285 p. Cambridge, 1931.

SMITH (C.F.). — The digestive System of *Macrosiphum solanifolii* Ash. : Homoptera, *Ohio J. Sci.*, vol. 39, nº 1, p. 57-59, 1939.

SMITH (L.M.). — Growth reproduction, feeding, and wing development of the mealy plum aphid in relation to climatic factors. *J.agric. Res. Washington*, vol. 54, p. 345-364, 1937.

SOKOLOV (N.P.). — Der Einfluss von Temperature und farbiger Beleuchtung auf Entwicklung und morphologische Eigenschaften der Blattlaus *Lipaphis eresimi* Kalt. *Z. Angew. Ent.*, vol. 23, p. 294-302, 1936.

STANILAND (L.N.). — A survey of potato aphides in the South Western agricultural advisong Province. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 30, nº 1, p. 33-42, 1943.

STEVENS (N.M.). — A study of the germ cells of *Aphis rosae* and *Aphis œnotherae*. *Journ. Exp. Zool.*, vol. 2, p. 313-333, 1905.

STEVENS (N.M.). — An unpaired heterochromosome in the Aphids. *Jour. Exp. Zool.*, vol. 6, 1909.

STEVENS (N.M.). — A note on reduction in the maturation of male eggs in Aphis. *Biol. Bull.*, vol. 18, 1910.

STILES (K.A.). — Intermediate-winged aphids and the time of determination theory. *Biol. Bull.*, vol. 74, p. 430-460, 1938.

SUKHOV (K.S.). — Salivary Secretion of the Aphis *Myzus persicae* Sulz. and its Ability to form a filtering apparatus. *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, vol. 42, p. 226-228, 1944.

TANNREUTHER (G.W.). — History of the germ cells and early embryology of certain Aphids. *Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. Tiere*, vol. 24, p. 609-642, 1907.

TAKAHASHI (R.). — Aphididae of Formosa. *Part. V*, 23 p. *Taihoku, Formosa*, 1921-1927.

TAYLOR (E.P.). — Life history notes and control of the green peach aphis. *Myzus persicae* L. *Journ. of Econ. Ent.*, vol. 1, p. 83-91, 1908.

THEOBALD (F.V.). — The Woolly Aphid of the Apple and Elm. Part I. *Journ. Pomology*, vol. 2, p. 1-20, 1921.

THEOBALD (F.V.). — The plant-lice or Aphididae of Great Britain. 3 vol., London, 1926-1929.

THOMAS (I.) and VEVAI (E.J.). — Aphis migration. An analysis of the Results of five seasons Trapping in North Wales. *Ann. Appl. Biol.*, vol. 27, nº 3, p. 393-405, 1940

TURNER (W.F.) and BAKER (A.C.). — On the occurrence of an intermediate in *Aphis pomi* de Geer. *Ent. Soc. Wash. Proc.*, vol. 17, p. 42-52, 1915.

UICHANCO (L.B.). — Reproduction in the *Aphididae* with a consideration of the modifying influence of environmental factors. *Psyche, Cam. Mass.*, vol. 28, p. 95-109, 1921.

UICHANCO (L.B.). — Studies on the embryogony and post natal development of the *Aphididae* with special reference to the « symbiotic organ » or « mycetome ». *Phillippine Journ. of Science*, vol. 24, p. 143-247, 1924.

UVAROV (B.P.). — Insects and climats. *Trans. Ent. Soc. London*, vol. 79, p. 1-247, 1931.

VANDEL (A.). — La parthénogénèse. 1 vol. 412 p. *Encyclopédie sc.*, Doin édit., Paris, 1930.

VAN DER GOOT (P.). — Beiträge zur Kenntnis der holländischen Blattlaüse. Eine morphologisch systematische Studie. Haarlem et Berlin, 1915.

VAN DER GOOT (P.). — Zur Kenntniss der Blattlaüse Javas. *Buitenzorg*, vol. 1, p. 1-301, 1917.

WADLEY (F.M.). — Factors affecting the Proportion of Alate and Apterous forms of Aphids. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, vol. 16, p. 279-303, 1923.

WADLEY (F.M.). — Ecology of *Toxoptera graminum* especially as to factors affecting importance in the Northern united states. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, vol. 24, p. 325-395, 1931.

WADLEY (F.M.). — Development-temperature correlation in the Green Bug *Toxoptera graminum*. *J. Agri. Res.*, vol. 53, nº 4, p. 259-266, 1936.

WALKER (F.). — Notes on Aphides. *Canad. Ent.*, vol. 5, p. 172-173, 1873.

WALTON (L.B.). — Variability and Amphimixis. *Amer. Nat.*, vol. 49, p. 649-687, 1915.

WALTON (C.L.). — Some observations on the fluctuations of certain injurious species. *North Western Naturalist*, vol. 3, p. 77-80 et 124-127, 1928.

WARD (K.M.). — The Green Peach Aphid. Further observations. *J. Dep. Agric. Vict.*, vol. 33, p. 500-506, Melbourne, 1935.

WARREN (E.). — Variation and inheritance in the parthenogenetic generations of the *Aphis Hyalopterus trirhodus* (Walder). *Biometrika*, vol. 1, p. 129-154, 1902.

WEBER (H.) — Skelett, Muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus *Aphis fabae* Scop. *Zoologica*, vol. 28, p. 1-120, 1928.

WEBER (H.). — Biologie der Hemipteren. 1 vol. 543 p., J. Springer, édit., Berlin, 1930.

WEBSTER (F.M.) and PHILLIPS (W.J.). — The spring grain, aphis or « green-bug ». *U.S. dép. of Agric. Bureau of Ent. Bull.*, n° 110, 153 p., 1912.

WEED (C.M.). — Contribution to a knowlekge of the autumn life history of certain little known *Aphididae. Psyche*, vol. 5, 1889.

WEED (A.). — Metamorphosis and reproduction in apterous forms of *Myzus persicae.* Sulzer as influenced by temperature and humidity. *Journ. Econ. Ent.*, vol. 20, p. 150-157, 1927.

WIGGLESWORTH (V.B.). — The principles of Insect physiology. 1 vol. 434 p. Methuen, London, 1939.

WHITE (W.S.). — The environmental conditions affecting the genetic mechanism of wing production in the chrysanthemum aphid. *Am. Nat.*, vol. 80, p. 245-270, 1946.

WILL (L.). — Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden. *Zool. Jahrbücher. Abt. f. Anat. und Ont. Bd.* 3, p. 201-286, 1889.

WILSON (F.). — Some experiments on the Influence of Environment upon the Forms of *Aphis chloris* Koch. *Trans. R. Ent. Soc. London*, vol. 87, p. 165-180, 1938.

WOODWORTH (C.W.). — Winged aphids. *Ent. News*, vol. 19, p. 122-123, 1908.

Oidium Begoniae PUTTEMANS
MALADIE NOUVELLE POUR LA FRANCE

PAR

G. VIENNOT-BOURGIN
Professeur à l'Institut national Agronomique.

Parmi les envois de maladies d'origine cryptogamique parvenus au Laboratoire, en décembre 1950, nous avons étudié plus particulièrement l'*Oidium Begoniae* PUTTEMANS sur *Begonia Rex* PUTZ., prélevé parmi des cultures en serre d'un important établissement horticole de Montluçon (Allier). En effet, il semble probable qu'à ce jour cette affection n'ait pas encore été signalée en France où elle risque cependant de présenter, comme cela s'est manifesté dans d'autres pays, un intérêt économique certain.

Répartition géographique. – Depuis l'époque où PUTTEMANS (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, 114, p. 238, 1911) décrivit *Oidium*



FIG. 1. — *Oïdium begoniae* Putt. (Aspect des lésions par transparence).

Begoniae sur des feuilles de *Begonia Rex* en provenance de Rio de Janeiro, Sao Paulo, Minas Geraes (Brésil), ce parasite a été constaté dans différents pays et généralement considéré comme une maladie importante

de la culture du Bégonia. En ce qui concerne l'Amérique du Nord, la maladie ne paraît pas avoir fait l'objet d'études particulières, et si DODGE et RICKETT (1943) la mentionnent, ils précisent qu'elle est peu fréquente dans les cultures de Bégonia. Par contre, en Europe, le parasite a attiré l'attention à la fois des mycologues et des praticiens. JORSTAD (1945) rapporte qu'il a été observé en 1931 en Norvège. En 1932 HAMMARLUND étudie morphologiquement et biologiquement cette espèce en Suède et en caractérise le stade de reproduction asexué comme étant celui d'un *Erysiphe* doué d'une remarquable pléophagie. Dès 1933, PAPE, dans une étude générale des Cryptogames susceptibles de s'attaquer aux cultures de Bégonia en serre, mentionne *Oidium Begoniae.* Peu après (novembre 1934), GANTE (1935) précise l'existence du Champignon en Allemagne sur le Bégonia « Concurrent » que les horticulteurs considèrent comme étant une variété de la « Gloire de Lorraine », c'est-à-dire un hybride *Begonia socotrana* × *B. Dregei* qui a fourni un grand nombre de Bégonias utilisés pour leurs fleurs. L'année suivante (décembre 1935), sur la même variété cultivée en serre, LAUBERT étudie le parasite dans l'Ouest de l'Allemagne. Il met en évidence l'un des caractères morphologiques principaux de l'espèce, c'est-à-dire la présence de rameaux conidifères en très grand nombre, tandis que, par contre, le stade périthèce n'est pas apparent. Ne tenant pas compte des observations antérieures, LAUBERT considère ce parasite comme une espèce nouvelle. La même année van POETEREN (1936) constate l'Oïdium du Bégonia à Wageningen et insiste sur les altérations qu'il est capable de causer au feuilllage et aux organes floraux, ceux-ci pouvant avorter. Dans l'étude qu'il consacre à l'Oïdium du Bégonia, PAPE (1939), donne quelques précisions en ce qui concerne la sensibilité variétale et recommande les traitements à base de soufre ou de produits sulfurés. C'est en 1938 que l'Oïdium du Bégonia est constaté en Grande-Bretagne. Peu après, DA CAMARA et DA LUZ (1939) indiquent son existence au Portugal. ZOBRIST (1946) l'observe en Suisse.

Symptômes. — Les attaques d'Oïdium sur le feuillage du Bégonia sont visibles par simple examen superficiel et par transparence. En surface les taches sont ordinairement nombreuses, séparées, sans ordre, visibles aussi bien sur le pétiole qu'à la face supérieure du limbe. Elles ont de 2 à 6 mm de diamètre. Les lésions se caractérisent tout d'abord simplement par une légère cloque foliaire sur laquelle se définissent bientôt les filaments conidifères en amas diffus, blanc-cristallin, s'étendant périphériquement sous forme de fibrilles rayonnantes, fragiles, inégales, souvent prononcées. Cet aspect initial se modifie rapidement, l'action nécrosante du champignon s'étendant notablement. Chaque tache atteint bientôt 12 à 15 mm. d'envergure, en même temps qu'elle brunit et présente un liseré marginal jaunâtre ou rougeâtre qui relie les tissus sains aux parties infectées. Celles-ci se

desséchent rapidement et la feuille se gauffre d'une manière désordonnée.

En regardant la feuille par transparence, on distingue la trame

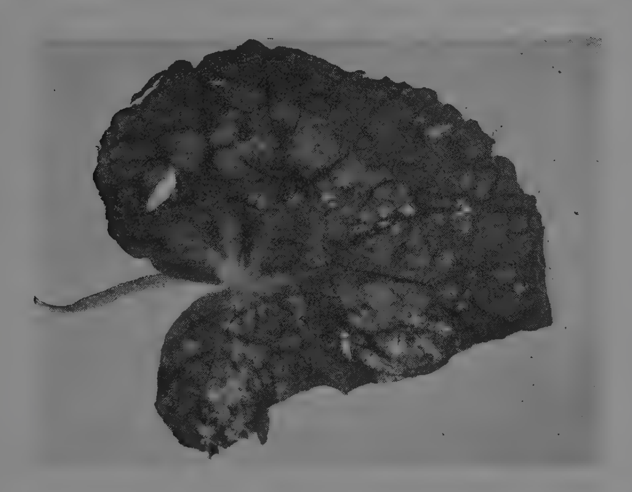


Fig. 2. — *Oïdium begoniae* Putt. (Aspect superficiel des lésions).

mycélienne appliquée sur une portion du limbe, qui est rendue opaque par le brunissement des parois accompagnant la nécrose cellulaire au contact des suçoirs.

Dommages. — Les dommages causés par *Oidium Begoniae* peuvent être importants. Parmi les observations faites à ce sujet, celles de van Poeteren sont les plus précises. Cet auteur rapporte que, dans le cas des variétés cultivées pour leurs fleurs, les feuilles de base deviennent plissées puis se ratatinent tandis que la croissance des pédoncules floraux est entravée et que la floraison de certaines variétés est complètement avortée. Sur *Begonia Rex*, plante ornementale par la grande dimension et le coloris de son feuillage, le champignon provoque l'apparition de taches desséchées tandis que le limbe devient flasque et s'enroule irrégulièrement sur ses bords. Le pétiole est marqué de zônes brunes ou noirâtres et n'a plus sa turgescence habituelle.

Caractères du parasite. — Le mycélium externe de l'*Oidium Begoniae* rampe sous forme de cordonnets parallèles, cylindriques, épais de 4 à 6 μ. On ne constate pas d'hyphes profondes. Les suçoirs sont peu nombreux, noduleux ou lobés, adhérents à la paroi interne de la plante-hôte. L'examen du feutrage conidien montre la très grande abondance des rameaux conidifères, érigés. La cellule basilaire, assez régulièrement cylindrique ou fusoïde, mesure 30. 35 × 10 μ. Elle

est suivie du chapelet conidien qui libère progressivement des oïdies longuement ovoïdes, arrondies ou tronquées à leur extrémité, mesurant 30. 41 × 13. 15 μ (moyennes : 36,4 × 13,5). Tout l'appareil conidien est pourvu en surface de granulations et de particules brillantes, coniques ou hémisphériques, fortement appliquées.

Position systématique et transmission expérimentale. La position systématique de l'*Oidium Begoniae*, comme d'ailleurs celle d'un grand nombre de formes conidiennes d'Erysiphacées, a été discutée par HAMMARLUND, qui le rattache à une espèce pléophage : *Erysiphe polyphaga* HAMM. Cette pléophagie, assez exceptionnelle, a été démontrée tout d'abord en transmettant expérimentalement l'Oïdium du Bégonia variété « Gloire de Lorraine » à *Kalanchoe blossfeldiana* (famille des Crassulacées). HAMMARLUND en déduit

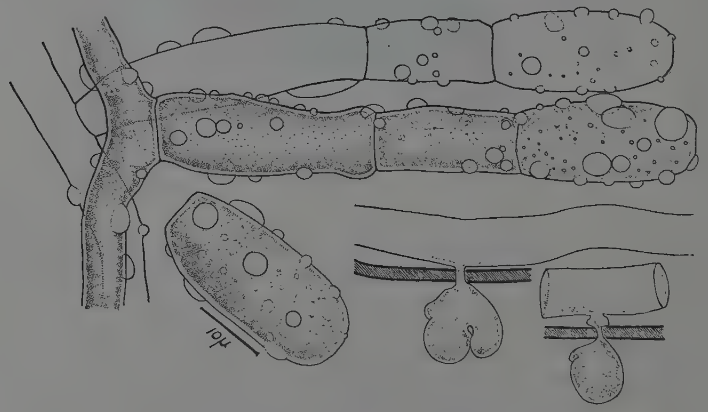


FIG. 3. — *Oidium begoniae* sur Begonia Rex, Montluçon, décembre, 1950. Chaîne conidienne, oïdie et suçoirs.

l'identité entre *Oidium Kalanchoeae* décrit en 1935 par LUSTNER et *Oidium Begoniae*. Par la suite, l'Oïdium du Bégonia et du Kalanchoë a été transmis à un grand nombre de plantes appartenant à des familles, genres et espèces les plus divers, 62 % des inoculations se manifestant positives. Ces recherches ont cependant démontré la grande variabilité biométrique des conidies prélevées sur les différentes plantes-hôtes définies par voie expérimentale, en même temps qu'elles ont confirmé la formation très exceptionnelle du stade ascosporé sur le Bégonia.

Ce caractère pléophage, concernant une espèce parasite adaptée à des végétaux d'ornement susceptibles de se trouver en mélange, ou de s'échelonner dans un même compartiment de serre, pourrait comporter une conséquence pratique importante. On peut en effet concevoir une manifestation soutenue de l'Oïdium sur des hôtes successifs,

introduits dans des compartiments initialement contaminés. Ce processus évolutif nécessiterait alors des traitements constants ne tenant pas compte de la nature botanique du support.

Dans le cas d'une attaque localisée telle que celle que nous avons été à même d'étudier, deux remarques importantes doivent être faites, compte tenu du mode d'infestation naturelle et de certains résultats provenant de transmission expérimentale.

1° Les travaux de HAMMARLUND nous ayant incité à des essais de contamination, nous avons réuni dans un local obscur, à température constante (16° à 18°), d'humidité élevée en atmosphère confinée, plusieurs espèces et variétés de *Kalanchoe : K. carnea, farinacea, Petitiana,* en même temps que *Begonia Rex.* Toutes ces plantes ont été inoculées par dépôt de fragments de limbe de Bégonia pourvu d'Oïdium en provenance de Montluçon. Dans de telles conditions, aucune espèce de Kalanchoë n'a montré de signe de développement d'Oïdium tandis qu'au contraire les feuilles adultes de *Begonia Rex,* au delà de 12 jours, se sont couvertes d'un feutrage mycélien bientôt producteur de conidies.

Ce résultat pourrait être interprété, en opposition avec ceux de HAMMARLUND, comme précisant une spécialisation parasitaire stricte de l'Oïdium du Bégonia, et l'identité entre *Oidium Begoniae* et *O. Kalanchoae e*se trouverait infirmée. Une telle conclusion serait sans doute prématurée ; en effet, 14 jours après le début de l'essai, un petit *Oxalis : O. repens* THUNB., souvent très abondant dans les serres et introduit fortuitement avec les potées de *Kalanchoe,* s'est très rapidement couvert d'Oïdium comparable morphologiquement à *Oidium Begoniae.* Le caractère pléophage de l'Oïdium du Bégonia s'est donc révélé, sans toutefois qu'on puisse admettre sa généralisation aux espèces de *Kalanchoe* mises en présence.

2° Les précisions qui nous ont été fournies par les horticulteurs de Montluçon, nous permettent d'affirmer qu'aucune culture de plante-hôte éventuelle, et en particulier de *Kalanchoe,* n'a précédé celle des Bégonias provenant de boutures prélevées sur des souches présumées saines dans un local régulièrement désinfecté. Cette constatation complète la précédente et montre que, en ce qui concerne la France, le Bégonia peut être considéré, dans les cultures sous vitrage, comme étant l'hôte essentiel de l'*Erysiphe polyphaga.*

Sensibilité variétale. — Tous les auteurs qui ont signalé la présence de l'*Oidium Begoniae* se sont attachés à établir une gradation dans la sensibilité des différentes variétés de Bégonias cultivés. Ce sont surtout les hybrides *B. socrotana* × *B. Dregei* (Gloire de Lorraine, Concurrent) qui sont mentionnés comme étant particulièrement sensibles tant sur le feuillage que sur les pédoncules et les fleurs. Cependant PUTTEMANS décrivit pour la première fois le parasite sur *Begonia Rex* qui fait partie des Bégonias tubéreux d'origine asiatique. Dans

les serres de Montluçon, ce sont les hybrides de *B. Rex* (*B. discolor* AIT. = *B. Evansiana* ANDR.) à souche tubéreuse, à tiges rameuses, à feuille verte en dessus, à revers rouge vineux, donnant des fleurs roses ou blanches, qui ont été le plus fréquemment marqués par l'Oïdium, tandis que *B. subpeltata* HORT., à feuilles carminées puis bronzées, sont à peu près indemnes. Ce ne sont cependant là que des indications premières qui devront être contrôlées et complétées. Quant aux variétés indiquées comme sensibles par ZOBRIST : *B. elatior*, *Bertinii*, *hybrida-multiflora*, *tuberosa-hybrida*, elles sont difficiles à inclure dans une classification variétale encore confuse.

Biologie.— Compte tenu des précisions culturales qui nous ont été fournies par nos correspondants de Montluçon, on peut considérer que la biologie de l'Oïdium du Bégonia confirme nos connaissances relatives aux conditions qui prévalent généralement pour le développement des Erysiphacées. C'est en effet une affection se développant en atmosphère humide, ne nécessitant pas une température très élevée, peu exigente du point de vue luminosité. Toutes les observations faites à ce jour précisent que l'*Oidium Begoniae* se développe surtout sur des plantes maintenues en serre, c'est-à-dire en atmosphère à humidité égale et de taux toujours élevé. Les horticulteurs de Montluçon nous ont fait connaître que malgré la diminution des arrosages, ceux-ci ayant été très réduits et espacés vers la fin de mois de décembre pour des plantes parvenues au stade de repos, l'atmosphère des serres est encore suffisamment humide pour permettre la continuité du développement de la maladie sur le feuillage adulte. Une température constante, voisine ou un peu supérieure à 15°, convient au bon développement de la plante, en même temps qu'elle favorise l'évolution mycélienne et conidienne du parasite.

La donnée biologique sans doute la plus caractéristique se manifeste par le développement de l'Oïdium du Bégonia pendant les jours courts et de faible éclairement des mois d'hiver (de novembre à janvier). Les cultures les plus atteintes à Montluçon ont été envahies au début de novembre, et vers le 15 du même mois la maladie était très développée sur une tablette à l'ombre, le long d'un mur garni d'*Adianthum*. Cette caractéristique a été précisée pour d'autres Erysiphacées. On sait ainsi que les pousses de Pommier le plus fréquemment soumises au parasitisme de *Podosphaera leucotricha* (ELL. et EV.) SALM. sont celles qui se trouvent dissimulées dans la masse du feuillage ; c'est aussi le cas de *Podosphaera oxyacanthae* (DC.) de BY. dans les haies épaisses de *Crataegus*. A de semblables exigences sont liées les attaques importantes du Rosier par *Sphaerotheca pannosa* (WALLR.) LÉV. le long des murs peu ensoleillés et à l'abri des auvents. Ce manque de luminosité est également à l'origine, dans les régions nordiques, de l'apparition précoce en saison de l'*Erysiphe graminis* DC. sur les semis de Céréales. Cette plus grande facilité de développement peut en partie être expliquée par la constance d'une humidité nécessaire au Cham-

pignon en même temps que par une prolifération plus active des hyphes superficielles au contact d'organes à cuticule peu épaisse.

Méthodes de lutte.— Indépendamment des mesures générales susceptibles de diminuer les chances de perpétuation de la maladie en serre et de permettre le maintien de l'Oïdium du Bégonia sur les pieds-mères et les boutures, on a conseillé deux catégories de produits : ceux à base de soufre et les mélanges cupriques. PAPE (1939) recommande à la fois les soufres pulvérulents et les bouillies sulfocalciques (en particulier les polysulfures de baryum) à condition de répéter souvent le traitement. ZOBRIST (1946) conseille plutôt l'emploi du carbonate de cuivre à 1 pour mille. Un traitement efficace, sans dommage appréciable pour le feuillage, a été réalisé au moment de la pleine évolution de la maladie dans les serres de Montluçon, en employant un oxychlorure de cuivre à 0,2 % mélangé, au moment de l'emploi, avec une suspension d'huile blanche roténonée, ce dernier produit étant utilisé à 2 % pour détruire, à la fin de l'automne, les colonies de Cochenilles installées sur les souches de *Begonia Rex.*

(Laboratoire de Botanique et de Pathologie végétale de l'Institut National Agronomique.)

Reçu le 20 *janvier* 1951.

BIBLIOGRAPHIE

DODGE (B.O.) et RICKETT (H.W.). — *Diseases and pests of ornemental plants.* Lancaster, Pennsylvania, 1943.

CAMARA (E.M. de S. da) et LUZ (C.G. Da). — Mycetes aliquot Lusitaniæ, II. *Agron. Lusit.*, vol. 1, 1935.

GANTE (T.). — Echter Mehltau auf Begonienblättern in Deutschland. *Nachr. Bl. Deutsch. Pflanzsch. Dienst.*, 15, 1935.

HAMMARLUND (C.). — Beiträge zur Revision einiger imperfekten Mehltau-Arten *Erysiphe polyphaga*, nov. sp. (Vorlaüfige Mitteilung). *Bot. Notiser*, 1, 1945.

JORSTAD (I.). — Parasittsoppene pa Kultur-og Nyttevekster i Norge. I. *Meld. Stat. Plantepatologiske Institutt*, 1945.

LUSTNER (G.). — Ein Oïdium auf Calanchoe. *Nachr. Bl. deutsch. Pflanzsch. Dienst.*,15 1935.

LAUBERT (R.). — Eine neue Begonienkrankheit. *Kranke Pflanze*, vol. 13, 1936.

PAPE (H.). — *Krankheiten und Schädlinge der Begonien*, Stuttgart, 1933.

PAPE (H.). — Achtung auf den Begonienmehltau. *Blumen-u. Pflbau ver. Gartenwelt*, vol. 43, 1939.

POETEREN (N. van). — Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar, 1935. *Versl. Plziekt, Dienst Wageningen*, 1936.

PUTTEMANS (A.). — Nouvelles maladies des Plantes cultivées. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, 114, 1911.

ZOBRIST (L.). — Begonien-Mehltau. *Gärtnermeister*, 1946.

ZOBRIST (L.). — Nouvelles expériences dans le domaine de la protection des plantes ornementales. *C.R.* 1er *Cong. Intern. Phytopharmacie*, 1946.

ENGLAND AND WALES. — New and interesting phytopathological records for the year 1938. *Int. Bull. Pl. Prot.*, vol. 13, 1939.

NOTES TOXICOLOGIQUES

NOTE N° 1 :

TOXICITÉ DE L'HEXACHLOROCYCLOHEXANE (H.C.H.) A L'ÉGARD DE QUELQUES OISEAUX

PAR

J. GIBAN, L. SAINT-LEGER, J. AUBRY, P. HATT
Laboratoire des Vertébrés, Station centrale de Zoologie agricole.

1° **Processus expérimental.** — Les échantillons expérimentés étaient des produits techniques provenant de deux maisons différentes. Nous n'avons point observé de différence de toxicité entre ces deux échantillons. Aussi groupons-nous ici sans distinction, tous les résultats obtenus.

Les oiseaux expérimentés recevaient la dose d'H.C.H. désirée sous forme d'une pilule exactement pesée et fabriquée à partir d'un mélange d'H.C.H., talc et sirop de sucre de composition connue.

Les animaux mis en observation étaient régulièrement pesés.

2° **Intoxication par dose unique.** — Une seule pilule est administrée.

Nous avons expérimenté sur Poule et Canard domestiques ainsi que sur deux Corvidés le Freux, *Corvus frugilegus* L, et le Choucas, *Colœus monedula* L.

Nous avons résumé dans le tableau n° 1 l'ensemble de nos résultats.

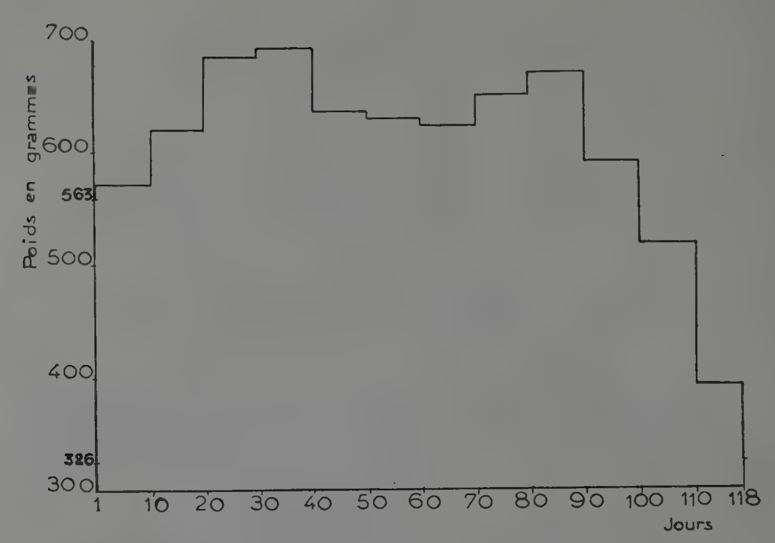
TABLEAU I.

Toxicité de l'H.C.H. à l'égard de quelques oiseaux.

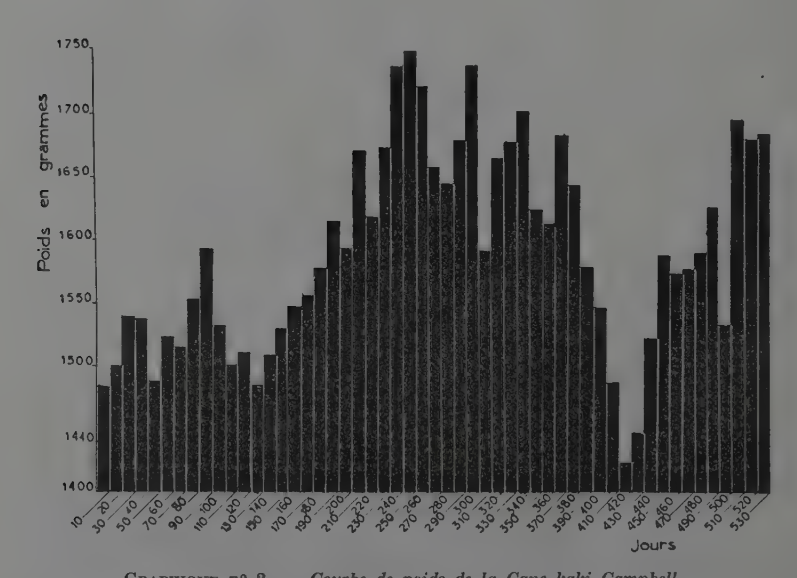
Espèce	Poids initial	Sexe	Dose ingérée	Perte maxima de Poids	Résultat
	g		mg/kg	p. cent	
Poules :					
Sussex	1 663	F	500	18,7	Mort en 20 jours.
Leghorn	2 149	F	500		Mort en 21 jours.
Wyandotte	1 780	F	750	9,7	Survie. Poids initial retrouvé en 12 j.
Cayenne	552	M	750	35,6	Mort en 6 jours.
Sussex	1 582	F	1 000	46,2	Mort en 21 jours.
Wyandotte	1 851	F	1 000	3,2	Survie.
Sussex	1 959	F	1 500	7,3	Survie. Poids initial retrouvé en 7 j.
Canards :					
Pékin	2 366	M	500		Troubles nuls.
Kaki	1 429	F	500	5,2	Troubles très légers.
Pékin	2 070	M	1 500	2,1	Troubles légers.
Pékin	2 292	M	2 000	3,9	Troubles légers.
Freux	424		500	36,0	Mort en 30 jours.
	422		500		Survie.
	403		1 000	22,0	Mort en 2 jours.
	454		1 000	39,6	Mort en 17 jours.
Choucas	188		500	6,3	Troubles légers.
	219		500	8,3	Troubles légers.

Il ressort de ce tableau que le Canard se montre particulièrement résistant à l'H.C.H. puisque les doses de 500 à 2 000 mg/kg ne causent que des troubles légers qui se traduisent par une légère somnolence des individus le premier jour et une baisse de poids très minime qui est de l'ordre des variations qu'on observe normalement.

Chez la poule l'intoxication aiguë entraînant la mort dans un bref délai (moins de 8 J) n'a été obtenu qu'à la dose de 750 mg/kg chez un Coq nain. On peut supposer d'après



Graphique n° 1. — *Courbe de poids de la Poule naine de Cayenne.*
Pour plus de clarté, la courbe ci-dessus n'a été construite qu'en prenant le poids moyen du sujet pour chaque décade.



Graphique n° 2. — *Courbe de poids de la Cane kaki Campbell.*
De même que dans le graphique n° 1,
la courbe a été construite en prenant le poids moyen de l'animal pour chaque décade.

nos chiffres que pour obtenir le même résultat avec des Poules de grande taille, il eût fallu atteindre ou dépasser la dose de 2 000 mg/kg.

Par contre, des doses relativement faibles, 500 mg/kg, peuvent provoquer une intoxication pernicieuse qui se traduit par une baisse régulière de poids et s'achève par la mort du sujet en trois semaines.

Certains individus se montrent particulièrement résistants. Nous ne relevons pas dans nos conditions d'expérience quelque chose qui puisse permettre de soupçonner la cause de ce fait.

Parmi les Corvidés, le Freux semble pouvoir se comparer aux poules naines et les Choucas se révèlent être plus résistants à l'H.C.H. que le Freux.

3° **Intoxication par doses répétées**. — Une poule naine de Cayenne d'un poids initial de 0,563 kg a reçu tous les deux ou trois jours une pilule contenant 100 mg d'H.C.H. technique. Elle est morte le 118ᵉ jour, après avoir reçu 4 700 mg d'H.C.H. soit une moyenne de 40 mg par jour et une dose totalisée de 8 450 mg/kg du poids vif initial.

Nous reproduisons ci-contre sur le graphique n° 1, la courbe de poids de cette Poule. Nous y voyons que l'intoxication n'est entrée dans sa phase aiguë que vers le 80ᵉ jour de l'expérience. Le sujet avait alors reçu 3 200 mg d'H.C.H. technique soit une dose totalisée de 5 755 mg/kg de son poids au 80ᵉ jour.

Une cane kaki Campbell est à l'heure actuelle encore en expérience. Elle reçoit tous les deux ou trois jours une pilule contenant 100 mg d'H.C.H. technique. Au bout de 533 J d'expérience, cette cane avait reçu 25,9 g d'H.C.H. soit une moyenne de 48,6 mg par jour. Nous donnons dans le graphique n° 2, la courbe de poids de cette cane. Cette courbe ne manifeste aucun effet d'intoxication aiguë. Nous nous proposons de continuer l'essai et de déterminer par un examen histologique les effets de cette intoxication chronique.

En conclusion, nous pensons pouvoir dire que le pouvoir toxique d'accumulation de l'H.C.H. dans les conditions de nos deux seuls essais a été très faible.

4° **Action sur la ponte de l'intoxication à l'H.C.H.** — Pour juger de l'action de l'H.C.H. sur la ponte, nous n'avons guère que les deux cas rapportés au paragraphe précédent.

La poule naine de Cayenne qui était un vieux sujet, fut mise en expérience alors qu'elle était en période de ponte. Entre le 1ᵉʳ et le 92ᵉ J, elle a pondu 15 œufs.

La cane kaki de Campbell a pondu la première année 24 œufs et la deuxième année 16 œufs.

Ces deux expériences conduites sans témoins sur un seul sujet, recevant une nourriture d'entretien et non de production, ne permettent pas de conclure à la non influence de l'H.C.H. Néanmoins, nous pouvons affirmer que l'intoxication chronique d'une volaille ne trouble pas gravement la ponte.

Nous avons voulu savoir si l'H.C.H. passait dans les œufs.

Dans une première expérience, une cane a pondu son premier œuf alors qu'elle avait reçu 300 mg d'H.C.H. en 3 fois au cours des 7 J précédents ; un très léger goût s'est révélé à l'examen organoleptique de l'œuf ; par contre, le deuxième œuf pondu 2 J après, alors qu'elle avait reçu 500 mg d'H.C.H. en 5 fois, avait fortement le goût détestable que communique l'H.C.H. à certaines denrées.

Les œufs de la poule de Cayenne et ceux de la cane kaki Campbell dont nous avons parlés furent analysés au Laboratoire de Phytopharmacie qui rechercha à cette occasion une méthode d'analyse chimique de l'H.C.H. La méthode expérimentée s'étant révélée assez incertaine, les résultats obtenus ne peuvent guère être retenus. Néanmoins, il en ressort qu'une quantité d'H.C.H., relativement faible, passe dans les œufs des sujets soumis à l'intoxication répétée à l'H.C.H.

5° **Conclusions**. — L'H.C.H. s'est révélé n'avoir à l'égard des Poules, des Corvidés et surtout des Canards qu'une toxicité faible et ne posséder qu'un faible pouvoir d'accumulation.

Par suite il paraît improbable que l'exécution de traitements insecticides à base d'H.C.H. puisse entraîner des intoxications d'oiseaux dans la zone traitée.

Par contre, l'ingestion importante de nourriture souillée d'H.C.H. par des volailles en ponte pourrait provoquer un mauvais goût des œufs.

NOTE N° 2 :
TOXICITÉ DU SULFURE DE POLYCHLOROCYCLANE (S.P.C.) A L'ÉGARD DE QUELQUES OISEAUX

PAR

J. GIBAN et P. HATT

1° **Processus expérimental**. — Le processus expérimental fut exactement le même que celui utilisé dans les essais exécutés avec l'H.C.H. L'échantillon de S.P.C. expérimenté était un produit technique contenant 50 p. cent de sulfure de polychlorocyclane.

2° **Intoxication par dose unique.** — L'animal en expérience ne reçoit qu'une seule pilule.

Les essais ont été effectués sur volaille (Poule et Canard) et sur Freux, *Corvus frugilegus* L. Ils sont résumés dans le tableau suivant où la dose ingérée est exprimée en S.P.C. pur.

Espèce	Sexe	Poids initial	Dose ingérée	Perte maxima de poids	Résultats
		g	mg/kg	p. cent	
Poules :					
Bresse noire........	F	1 190	750	2,2	Troubles très légers.
Leghorn	F	1 726	1 000	2,0	Troubles très légers.
Bresse blanche	F	1 211	1 500		Troubles très légers.
Canards :					
Kaki Campbell	F	1 730	1 500	3,6	Troubles très légers.
Kaki Campbell	F	1 482	2 000	1,2	Troubles très légers.
Freux		1 000	324	17,3	Mort en 4 jours.
		1 000	356	15,4	Mort en 1 jour.
		1 000	354	22,3	Mort en 17 jours.

Il ressort de ce tableau que le S.P.C. s'est montré moins nocif que l'H.C.H. à l'égard des Poules, puisque même à la dose de 1 500 mg/kg, nous n'avons eu que des troubles temporaires très légers sans avoir, dans nos essais tout au moins, une action toxique lente et pernicieuse comme avec l'H.C.H.

Ces résultats s'expliquent si l'on se rapporte au chiffre donné par M. FUERXER (1) et J. GUILHON (2) qui obtinrent la mort d'un poulet à la dose de 7 g/kg.

Les canards ne sont pas plus sensibles au S.P.C. qu'à l'H.C.H. Quant aux Freux leur sensibilité à l'égard de ces deux insecticides semble pratiquement équivalente.

3° **Conclusion.** — Le risque d'accidents sur oiseaux à la suite de traitements insecticides exécutés avec des produits à base de S.P.C. nous semble improbable.

NOTE N° 3 . TOXICITÉ RELATIVE DE L'H.C.H., DU S.P.C. ET DU D.D.T. A L'ÉGARD DES TÊTARDS DE GRENOUILLE ROUSSE Rana temporia L.

PAR

M. GATINEAU

1° **Processus expérimental.** — Nous avons utilisé pour ces essais des poudres mouillables commerciales aux teneurs respectives de 12 p. cent d'Hexachlorocyclohexane, de 7 p. cent de sulfure de Polychlorocyclane et de 8 p. cent de dichlorodiphényl trichloréthane. Les têtards employés étaient au stade larvaire, après disparition des branchies externes.

Le lot de têtards expérimentés était plongé dans un demi-litre de bouillie à un taux déterminé d'insecticide. A la fin de l'expérience, les survivants étaient mis dans un aquarium et mis en observation plusieurs jours consécutifs.

Bien entendu, les essais avec les trois produits étaient menés simultanément, par conséquent dans les mêmes conditions de température.

2° **Résultats.** — Nos résultats sont résumés dans le tableau n° 1, où nous avons indiqué la mortalité observée dans les premières 48 h par une fraction qui porte en numérateur le nombre de têtards morts et en dénominateur le nombre initial de têtards.

(1) FUERXER M. — Le Sulfure de Polychlorocyclane (propriétés insecticides, toxicité). *Thèse vétér.*, Alfort, 1947.

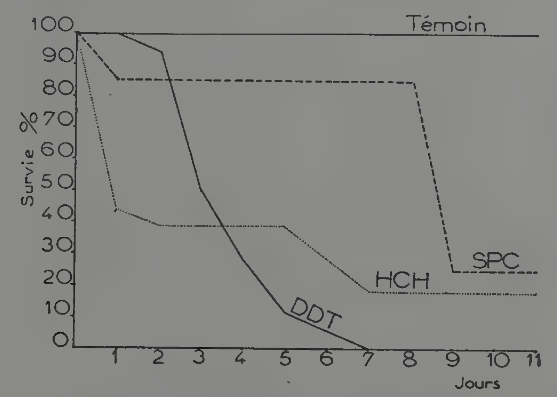
(2) GUILHON J. — Propriétés insecticides et toxicité des dérivés soufrés de l'Hexachlorocyclohexane. *C. R. Ac. Agr.*, 1947, n° 2, p. 101.

TABLEAU I.

Mortalité observée dans des lots de têtards de Grenouille rousse durant les premières 48 h.

Concentration de la bouillie en produit actif	Durée de l'expérience	Mortalité observée			
		H.C.H.	S.P.C.	D.D.T.	Témoin
7 mg au litre	1 h	0/17	0/17	17/17	0/18
7 mg au litre	2 h	2/17	0/17	17/17	0/17
4 mg au litre	24 h	11/18	3/20	1/18	0/18

La troisième expérience semble donc en contradiction avec les deux premières puisque le D.D.T. qui, seul, s'est montré vraiment nocif lors des deux premières expériences, s'y révèle le moins nocif. En réalité, il n'y a là que la conséquence d'une observation insuffisamment prolongée.



Courbe de survie de Têtards de Grenouille rousse

plongés durant 24 h dans une bouillie à 4 mg au litre de D. D. T., H. C. H. et S. P. C. La survie des têtards de chaque lot a été notée chaque 24 h.

Dans le graphique n° 1, nous avons transcrit nos observations durant 11 J consécutifs. On y remarque qu'avec le D.D.T., la mortalité est totale et se produit progressivement, tandis qu'avec l'H.C.H. et le S.P.C., nous obtenons une même mortalité importante mais non totale qui est atteinte en deux temps.

3° **Conclusion.** — Dans les conditions de nos essais, l'H.C.H. et le S.P.C. ont montré à l'égard des têtards de Grenouille rousse, une toxicité équivalente, inférieure à celle du D.D.T.

NOTE N° 4 : TOXICITÉ DU CHLORDANE TECHNIQUE A L'ÉGARD DU RAT BLANC ET DE LA POULE

PAR

J. GIBAN et L. SAINT-LEGER

1° **Conditions des expériences.** — L'échantillon expérimenté était un Chlordane technique de fabrication française. Nous l'avons mis en solution dans de l'huile alimentaire dont nous avions vérifié la non toxicité même à dose forte (4 cm³/kg). La solution de Chlordane était administrée aux animaux en expérience à l'aide d'une sonde œsophagienne métallique.

Dans les expériences d'accumulation, nous avons opéré comparativement avec le

D.D.T. en solution huileuse. Le produit qui nous a servi à préparer cette solution était un échantillon de D.D.T. pur.

2° **Intoxication par dose unique.** — La solution huileuse était à la concentration de 500 mg de Chlordane technique au centimètre cube.

Nous avons résumé dans le tableau ci-contre l'ensemble de nos résultats sur Rat blanc. Les individus qui ont survécu ont tous été atteints ; dans la dernière colonne, nous avons indiqué sous l'expression concise « récupération en x jours », le nombre de jours qu'il a fallu à l'animal pour retrouver son poids initial.

TABLEAU I.

Toxicité du Chlordane technique à l'égard du ***Rat*** *blanc.*

Rat			Chlordane ingéré	Résultats
N°	Sexe	Poids vif		
			mg/kg	
1	M	224	447	Survie. Récupération en 12 jours.
2	M	274	457	— — 25 —
3	M	217	461	— — 18 —
4	M	238	472	— — 13 —
5	M	233	483	— — 9 —
6	M	308	488	— — 25 —
7	M	307	489	Mort en 24 h.
8	M	200	500	Mort en 24 h.
9	M	195	513	Mort en 24 h.
10	M	244	513	Mort en 3 jours.
11	M	187	535	Survie. Récupération en 25 jours.
12	M	233	536	Mort en 24 heures.
13	M	228	548	Survie. Récupération en 23 jours.
14	M	222	563	Mort en 3 jours.
15	M	217	576	Survie. Récupération en 23 jours.
16	M	188	599	Mort en 24 h.
17	M	178	632	—
18	M	198	632	—
19	F	178	632	Mort en 4 jours.
20	M	196	638	Mort en 24 h.
21	M	232	647	Survie. Récupération en 17 jours.
22	F	187	669	Mort en 48 h.
23	M	223	673	Mort en 24 h.
24	M	200	687	Mort en 48 h.
25	M	205	732	Survie. Récupération en 16 jours.
26	M	237	739	Mort en 24 h.
27	M	251	748	—
28	M	250	750	—
29	M	298	755	—
30	M	244	768	—

On voit sur ce tableau que le Chlordane technique dans les conditions de nos essais a une DL 100 p. cent de 740 mg/kg et une DL minimum de 490 mg/kg.

Avec la même solution huileuse de Chlordane, nous avons procédé à trois essais sur oiseaux que nous résumons très succinctement :

Sujets	Poids vif	Dose ingérée	Résultats
—	—	—	—
	kg	mg/kg	
Poule Leghorn	1,896	500	Mort en 10 jours
Poule de Bresse ...	1,450	758	— 11 —
Pigeon	0,411	1 000	— 11 —

On peut donc supposer que les Poules et Pigeons sont moins sensibles au Chlordane que les Rats.

3° **Intoxication par doses répétées.** — Pendant 14 J consécutifs, 5 Rats ont reçu chaque jour 0,125 cm³ d'une solution huileuse de Chlordane technique à 40 mg au cm³ et 5 autres Rats, 0,125 cm³ d'une solution au même titre de D.D.T. pur. Chaque Rat recevait donc par jour 5 mg de Chlordane ou de D.D.T. et a reçu au total 70 mg.

Les dix Rats expérimentés étaient des mâles provenant de portées différentes mais ils étaient tous du même âge : 3 mois.

Au bout de 14 J, les Rats qui avaient reçu du Chlordane étaient passés des poids vifs initiaux de 139, 152, 172, 178 et 208 g aux poids respectifs de 175, 201, 195, 199 et 226 g soit un gain moyen de poids de 1,9 g par jour et par Rat.

Ceux qui avaient reçu du D.D.T. étaient passés des poids de 142, 143, 168, 172 et 200 g aux poids respectifs de 173, 170, 183, 194 et 213 g soit un gain moyen de poids de 1,5 g par jour et par Rat.

Pendant cette période de 14 J, aucun Rat n'a manifesté de signes visibles d'intoxication autre que celui que semble indiquer les courbes de Poids et il semble que le Chlordane technique soit peut-être moins toxique que le D.D.T.

4° **Accoutumance et accumulation.** — Le 15ᵉ J, les 10 Rats des deux lots précédents ont reçu en une seule fois une dose importante de Chlordane ou de D.D.T. Notre essai peut se résumer comme suit en rapportant les différentes doses ingérées au poids vif des animaux au 15ᵉ J.

Rat N°	Milligrammes de Chlordane ingéré par kg de poids vif		
	en 14 jours	le 15ᵉ jour	en 15 jours
31	359	642	1 001
32	352	628	980
33	348	311	659
34	310	276	586
35	400	214	614

Rat n°	Milligrammes de D.D.T. ingéré par kilo de poids vif		
	en 14 jours	le 15ᵉ jour	en 15 jours
36	382	410	792
37	328	399	727
38	360	154	514
39	405	101	506
40	411	88	499

Seuls les Rats n° 36 et 37 ont manifesté une intoxication aiguë : le n° 36 est mort en 24 h et le n° 37 a eu les tremblements caractéristiques de l'intoxication au D.D.T.

Il ressort de ces chiffres que le pouvoir d'accumulation du Chlordane est vraisemblablement moindre que celui du D.D.T.

En outre, nous voyons que les Rats nᵒˢ 31 et 32 ont reçu le 15ᵉ J une dose de Chlordane voisine de la DL 100 p. cent et cependant ils n'ont manifesté aucune intoxication aiguë. L'ingestion de doses subléthales a conféré aux Rats une résistance certaine au Chlordane.

5° **Remarques sur les symptomes d'intoxication au Chlordane.** — Les Rats intoxiqués gravement par le Chlordane technique sont pris périodiquement de tremblements convulsifs du corps mais ces tremblements sont distincts de ceux provoqués par le D.D.T. L'animal est ramassé sur son train postérieur et les contractions des muscles tendent à ramasser la tête et le tronc sur l'arrière train. En outre, les animaux mordent le grillage de leur cage au point de se blesser à la bouche et au museau.

L'autopsie révèle un état congestif marqué des organes les plus irrigués (foie, rein, rate, poumon). En outre, dans les 10 autopsies de Rats et les 3 de volailles qui ont été faites, on a toujours noté que les méninges étaient fortement congestionnées et que très souvent une hémorragie cérébrale s'était produite. Cette hémorragie était parfois si importante qu'un caillot de sang garnissait les espaces situés entre les différentes masses nerveuses de l'encéphale.

6° **Conclusion.** — Le Chlordane technique expérimenté nous semble être de toxicité assez comparable à celle du D.D.T. quoique un peu moindre très probablement. L'étude de son pouvoir toxique d'accumulation mérite d'être poursuivie en raison notamment d'une certaine accoutumance possible de l'organisme à son égard.

NOTE N° 5 : ESSAIS DE TOXICITÉ DU TOXAPHÈNE SUR PIGEONS ET COQS

PAR

M. GATINEAU

L'échantillon de toxaphène utilisé est un produit technique d'origine américaine annoncé comme titrant 50 p. cent de matière active. 5 Pigeons « Carneau » et 2 Coqs (un Bresse blanc et un Bresse noir) constituent le matériel des essais. L'intoxication a lieu par voie buccale. Le produit est administré par ingestion forcée sous forme de pilule dont la pâte est à base de talc et de sirop. Le poids des sujets est suivi régulièrement. L'intoxication est réalisée suivant deux modes :

1° Intoxication par dose unique ;

2° Intoxication par doses répétées.

1° **Intoxication par dose unique.** — a) *Pigeons.* — Le tableau suivant résume les résultats obtenus par ingestion unique sur Pigeons.

Pigeon			Quantité de Toxaphène technique ingérée		Résultats
N°	Sexe	Poids vif en g	Dose par individu en mg	Dose par kg de Poids vif en mg	
1	M	457	281	615	Mort en 6 jours
2	M	397	152	323	Survie
2	M	385	200	519	Survie
2	M	478	287	600	Survie

D'après ce tableau, la dose léthale minima du toxaphène technique serait supérieure à 600 mg/kg de poids vif. Le graphique n° 1 permet de suivre la répercussion de l'intoxication sur le poids vif. Elle se manifeste d'une façon relativement lente. L'ensemble des courbes montre qu'il y a une certaine période critique d'environ 6 J au bout de laquelle si la mort n'est pas survenue, l'animal reprend du poids.

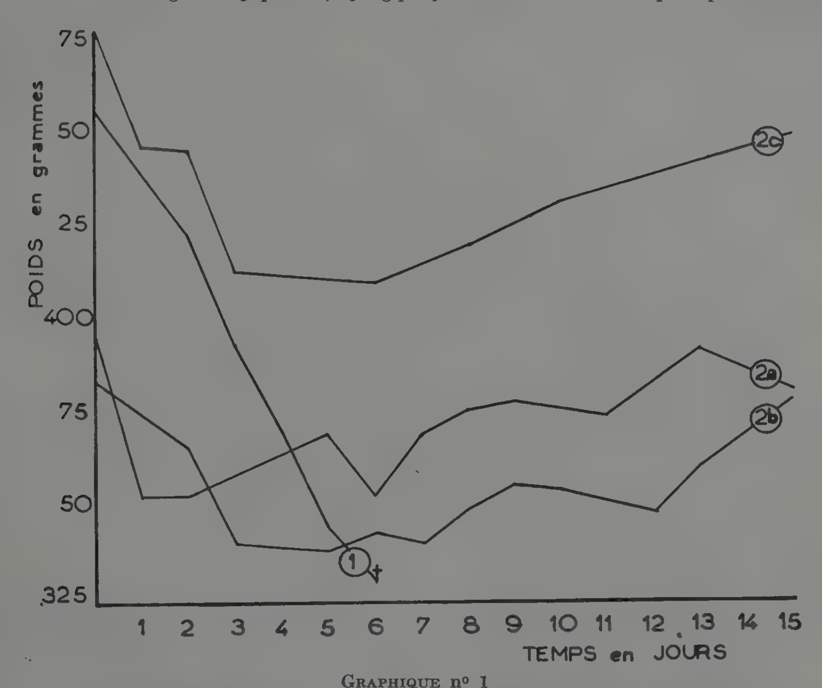
b) *Coqs.* — Le coq « Bresse noir » pesant 2 750 g reçoit 2 200 mg de toxaphène technique soit 800 mg/kg de poids vif ; il meurt en 8 J après avoir perdu 700 g. Le coq « Bresse blanc » pesant 2 470 g reçoit 1 235 mg de toxaphène technique soit 500 mg/kg de poids vif ; il meurt 6 J après ; ce coq était dans un état sanitaire douteux. La dose léthale minima semble donc être à peu près du même ordre de grandeur pour les Coqs que pour les Pigeons.

2° **Intoxication par doses répétées.** — La dose unitaire est, en principe, offerte quotidiennement mais cette régularité n'a pu être assurée. Les essais sont résumés dans le tableau ci-dessous. Nous rapportons la dose ingérée, exprimée en mg, d'une part, au poids vif initial, d'autre part, au poids vif moyen obtenu en calculant la moyenne des pesées effectuées en cours d'expérience.

Pigeons				Quantité de toxaphène technique administrée en mg				Durée de l'exp. en jours	Résultats
N°	Sexe	Poids en g		Dose unitaire	Dose totale	Dose par kg de Poids vif			
		Initial	Final			Poids initial	Poids moyen		
3	M	422	330	20	140	322	369,2	8	Mort
4	M	436	304	9,5	114	261	297,6	12	Mort
5	M	359	318	5	105	292	335	28	Survie

Si l'on compare ce tableau au précédent, on voit que la dose léthale minima diminue quand le toxaphène est offert en doses répétées. Le rapport entre la dose léthale minima obtenue par ingestion unique et celle obtenue par ingestions répétées est du simple au double ; il y a donc, dans ce dernier cas, sensibilisation du sujet à l'action toxique du produit par l'ingestion répétée de doses subléthales.

Le graphique n° 2 permet de suivre l'action de l'intoxication sur le poids de l'individu. Nous remarquons une baisse de poids régulière, pour les sujets n°s 3 et 4 jusqu'à leur mort. Le Pigeon n° 5 qui a reçu 5 mg par jour accuse une baisse de poids pendant les



Graphique n° 1

Courbe de poids de Pigeons ayant subi une intoxication unique au Toxaphène.
La courbe 1 se rapporte au sujet n° 1 qui a reçu 615 mg/kg.
Les courbes 2 *a*, 2 *b* et 2 *c* au sujet n° 2 qui a reçu 323, 519 et 600 mg/kg.

7 premiers jours, puis regagne du poids peu à peu. Nous retrouvons donc, pour la période critique d'intoxication, la même durée que dans les essais par ingestion unique. La dose de 5 mg de toxaphène technique, administrée suivant les conditions de notre expérience est nettement subléthale ; mais elle n'est pas inoffensive comme le montre la courbe de poids vif.

En outre, il convient de noter que l'accoutumance progressive au toxique que semble traduire la courbe de poids n'est que précaire car en fin d'expérience le pigeon n° 5 ayant reçu la dose de 94 mg de toxaphène technique soit 272 mg/kg de poids vif est mort en 3 h seulement. La rapidité de cette mort montre une certaine sensibilisation de l'animal à l'action du produit. Le Pigeon a ingéré au cours de l'essai une quantité totale de 607 mg/kg de poids vif ; ce chiffre sensiblement égal à celui obtenu dans nos essais d'intoxication unique traduit donc un pouvoir certain d'accumulation du produit.

3° **Conclusions.** — Nos quelques essais sur Pigeons et Coqs montrent que le toxaphène administré par voie buccale par dose massive unique a une toxicité assez faible, approximativement du même ordre de grandeur que celle de l'H.C.H., du S.P.C. et du D.D.T. L'administration régulière à des Pigeons de doses relativement faibles de toxaphène met en évidence un net pouvoir toxique d'accumulation du produit accompagné d'une sensibilisation manifeste de l'organisme à son action. A notre avis, les recherches sur ce pouvoir toxique d'accumulation doivent être poursuivies en vue de préciser le danger possible de manipulation de ce produit.

Graphique n° 2. — *Intoxication de Pigeons par doses répétées de Toxaphène.*
Les courbes supérieures indiquent les variations de Poids vif des sujets nos 3, 4 et 5 au cours de l'expérience et les courbes inférieures donnent la quantité totalisée de Toxaphène ingérée par chaque sujet.

NOTE N° 6 : ESSAI SUR RAT BLANC DU MONOFLUOROACÉTATE DE SODIUM COMME POISON D'INGESTION

PAR

M. GATINEAU

1° **Processus expérimental**. — Un échantillon de monofluoroacétate de Na nous a été fourni par le Centre d'Etudes du Bouchet en vue de l'étude de sa toxicité à l'égard du Rat Blanc.

Les animaux mis en expérience sont isolés le matin, avant l'heure à laquelle ils reçoivent d'habitude leur nourriture. Ils sont pesés et séparés chacun dans une cage. On

TABLEAU I.

Nº	Animaux en expérience		Dose ingérée en mg par kg de poids vif	Résultats de l'intoxication
	Sexe	Poids en g		
1	M	190	0,4	Survie
2	F	201	0,6	—
3	M	226	0,9	—
4	F	197	0,9	—
5	F	150	1,0	—
6	M	200	1,4	—
7	F	194	1,4	—
8	M	203	2,0	—
9	F	164	2,0	—
10	M	185	2,1	—
11	M	230	2,2	—
12	M	222	2,2	—
13	M	185	2,3	—
14	F	141	2,4	—
15	F	215	2,6	—
16	M	196	3,0	—
17	M	203	3,2	—
18	M	243	3,2	—
19	F	194	3,5	—
20	F	173	3,5	Mort
21	F	209	3,6	Survie
22	F	179	3,6	Mort
23	F	202	3,8	Survie
24	F	144	3,9	—
25	M	198	4,0	Mort
26	F	203	4,0	—
27	F	108	4,1	—
28	M	203	4,2	—
29	M	132	4,3	—
30	M	228	4,3	—
31	M	198	4,4	—
32	M	128	4,5	—
33	F	98,5	4,5	—
34	M	206	4,7	—
35	F	95	4,7	—
36	F	163	4,7	—
37	F	100	4,8	—
38	M	173	4,9	—
39	M	255	4,9	—
40	F	145	4,9	—
41	M	250	5,0	Survie
42	M	239	5,9	Mort
43	M	187	6,0	—
44	M	166	6,1	—
45	M	225	6,1	—
46	F	174	6,3	—
47	F	183	6,4	—
48	F	165	6,6	—
49	F	151	6,6	—
50	M	183	7,7	—
51	F	162	8,4	—
52	F	116,5	8,8	—
53	M	139,5	8,9	—
54	M	166	9,1	—
55	M	182	9,5	—

Ce tableau nous montre que la dose léthale médiane se place entre 3,5 mg et 5,0 mg/kg de poids vif, en étant plus proche de 3,5 que de 5.

leur offre alors dans le couvercle d'une boîte de Pétri de 10 cm de diamètre, une quantité exactement pesée d'un appât empoisonné à taux connu du produit expérimenté. Cette quantité est égale au 1/100e du poids de l'animal, c'est-à-dire à la quantité que l'on estime généralement devoir être ingérée totalement, par un Rat en une seule fois. Le lendemain, les résidus restés dans la boîte de Pétri sont pesés. Restent, bien entendu, sans contrôle possible les parcelles d'appât emportées par l'animal sur ses pattes et son poil, et les apports de sels dus à l'urine dont on ne peut qu'évaporer l'eau.

Pour obtenir les concentrations voulues, nous avons utilisé une solution aqueuse de fluoroacétate de Na à partir de laquelle nous avons préparé les appâts offerts.

2° **Résultats.** — L'ensemble des résultats obtenus sur les 55 Rats blancs expérimentés se résume par le tableau ci-avant.

(Nous avons groupé dans ce tableau mâles et femelles car, en considérant séparément chaque sexe, il n'apparaît pas de différence.)

En groupant les résultats comme indiqué dans le tableau suivant :

Dose par kg de poids vif en mg	Nombre d'animaux		Mortalité p. cent
	expérimentés	Morts	
0,1 à 1,0	5	0	0
1,1 à 2,0	4	0	0
2,1 à 3,0	7	0	0
3,1 à 4,0	10	4	40
4,1 à 5,0	15	14	93
5,1 et au-dessus	14	14	100

on voit que la dose léthale médiane se situe aux environs de 4 mg/kg.

3° **Conclusion.** — Les travaux américains indiquent pour le monofluoroacétate de Na essayé sur le Rat blanc une dose léthale 50 p. cent comprise entre 2,5 et 5 mg/kg de poids vif. Du point de vue de la toxicité à l'égard du Rat blanc, cet échantillon de monofluoroacétate nous semble être entièrement comparable aux produits américains.

NOTE N° 7 :

TOXICITÉ DU DIPHENYL DICHLOROTRICHLORÉTHANE (D.D.T.) A L'ÉGARD DU CAMPAGNOL DES CHAMPS, *Microtus arvalis* PALLAS.

PAR

J. AUBRY, P. HATT et P. PORCHERON

1° **Processus expérimental.** — Chaque Campagnol est isolé dans une cage et il reçoit durant un ou plusieurs jours une quantité de farine exactement pesée (au mg) contenant une proportion déterminée de D.D.T. pur. Pour avoir des mélanges homogènes, on fait absorber par la farine une solution déterminée de D.D.T. dans le benzène, puis après avoir laissé le solvant s'évaporer on brasse intimement le mélange.

Chaque lendemain matin, les résidus sont pesés. Les quantités de D.D.T. ingérées sont ensuite rapportées au kilo de poids vif initial de l'animal expérimenté. Nous estimons, d'après les conditions de nos expériences, que l'erreur relative, commise sur ces chiffres est inférieure à $\pm$ 4 p. cent.

Le poids vif des Campagnols expérimentés variait de 13 à 32,5 g ; le poids moyen des 32 animaux expérimentés était de 18,4 g.

2° **Intoxication par dose unique**. — Les Campagnols reçoivent une seule fois de la nourriture au D.D.T. Nos résultats se résument par le tableau suivant :

TABLEAU I.

Toxicité du D.D.T. à l'égard du Campagnol des Champs.

Taux de D.D.T. dans la nourriture	Dose de D.D.T. ingérée	Effets
2 p. cent..................	318	Survie
	474	—
	533	—
	560	—
	580	Mort en 24 h
	607	Survie
	609	—
	805	Mort en 24 h
	896	Survie
	965	Mort en 24 h
	1 000	Survie
	1 432	—
	2 571	Mort en 24 h
10 p. cent	708	Survie
	1 470	—
	2 000	Mort en 48 h
	2 078	—
	2 100	Survie
	2 606	Mort en 24 h
	3 072	Mort en 48 h
	3 153	—
	3 482	—
	3 862	—

Nous voyons donc que le Campagnol des Champs est nettement résistant au D.D.T. et que les différences individuelles sont très marquées puisque la DL minimum est de 580 mg/kg et la DL 100 p. cent probablement aux environs de 2 500 mg/kg.

Les Campagnols des Champs semblent donc un peu plus résistants au D.D.T. qu'un certain nombre de Rongeurs ayant déjà été expérimentés par divers auteurs puisque les chiffres donnés pour les doses mortelles par ingestion sont :

de 200 à 2 000 mg/kg pour la Souris,
de 140 à 2 100 mg/kg pour le Rat,
de 400 à 2 000 mg/kg pour le Cobaye,
de 100 à 275 mg/kg pour le Lapin,

3° **Intoxication par doses répétées.** — Deux lots de Campagnols ont reçu chaque jour jusqu'à la mort de tous les sujets, de la farine contenant respectivement 0,5 et 2 p. cent de D.D.T. Les tremblements si caractéristiques de l'intoxication au D.D.T., ne se manifestaient que peu de jours avant la mort.

L'ensemble des résultats se résume comme suit :

TABLEAU II.

Toxicité d'accumulation du D.D.T. à l'égard du Camagnol des Champs.

Taux de D.D.T. dans la nourriture	Nombre de Campagnols morts	Date de la mort	Dose ingérée
			mg/kg
0,5 p. cent	1	4e jour	1 138
	1	7e —	3 160
	1	9e —	2 726
	1	15e —	7 385
	1	17e —	9 637
Total	5		
2 p. cent	2	1er jour	965 et 2 571
	1	2e jour	3 419
	3	3e —	1828, 3871, 5161
Total	6		

Il ressort de ce tableau que le D.D.T. a à l'égard du Campagnol des champs un pouvoir certain d'accumulation mais qu'en même temps certains individus sont capables d'acquérir, par l'ingestion de doses subléthales, une résistance marquée du D.D.T. puisque deux individus de chaque lot ne sont morts qu'après l'ingestion de doses très supérieures à la dose de 2 500 mg/kg que nous avons considérée comme étant une valeur approximative de la DL 100 p. cent. Des faits du même ordre ont déjà été établis précédemment par divers auteurs sur d'autres espèces animales.

Cette résistance semble d'autant plus marquée qu'elle a été acquise par l'ingestion de doses journalières plus faibles.

3° **Conclusion**. — En raison de la haute valeur de la DL 100 p. cent du D.D.T. à l'égard du Campagnol des Champs ainsi que des faits d'accoutumance qui, dans la pratique des destructions, pourraient se produire, il ne nous semble pas possible d'utiliser cet insecticide pour la destruction des campagnols des champs comme cela a été suggéré.

NOTE N° 8 :

TOXICITÉ DE L'ALPHA NAPHTYL THIOUREE (ANTU) A L'ÉGARD DU CAMPAGNOL DES CHAMPS, Microtus arvalis PALLAS.

PAR

J. AUBRY, P. HATT et P. PORCHERON

1° **Processus expérimental**. — Le processus expérimental de ces essais avec l'Alpha naphtyl thiourée a été le même que celui indiqué pour les essais avec le D.D.T.

L'échantillon utilisé était un Antu technique titrant plus de 95 p. cent d'Antu pur.

Les 75 Campagnols expérimentés pesaient de 11 à 32 g ; leur poids moyen était de 17,2 g.

2° **Intoxication par dose unique**. — Nos résultats sont résumés par le tableau suivant :

TABLEAU I.

Toxicité de l'Antu à l'égard du Campagnol des champs.

Taux d'Antu dans la nourriture	Antu technique ingéré	Résultat
	mg/kg	
1 p. cent..................	81	Survie
	102	Mort en 48 h
	106	Mort en 48 h
	141	Survie
	144	—
	176	—
	200	Mort en 48 h
	208	Survie
	232	—
	287	—
2 p. cent	78	Survie
	103	—
	103	—
	103	—
	185	Mort en 48 h
	186	Mort en 48 h
	186	Survie
	186	Survie
	206	Mort en 24 h
	226	Mort en 24 h
	259	Survie
	271	Mort en 48 h

	271	Mort en 48 h
	391	Survie
	473	—
	576	—
	626	—
	1 101	—
	1 138	—
	1 398	—
	1 430	—
	1 466	—
	1 516	—
10 p. cent	358	Survie
	693	Survie
	771	Mort en 24 h
	1 075	Mort en 48 h
	1 281	Survie
	1 488	Survie
	1 500	Mort en 24 h
	1 843	—
	2 782	—
	2 973	—

Nous voyons donc que le Campagnol des champs est considérablement plus résistant que la plupart des Rongeurs sur lesquels les auteurs ont expérimenté l'Antu.

En effet, la dose léthale minima observée est de 102 mg/kg mais ce chiffre nous paraît accidentel ; la dose léthale minima nous semble pouvoir plus raisonnablement être fixée à 200 mg/kg environ. Quant à la DL 100 p. cent, elle est, dans nos essais, supérieure à 1 500 mg/kg.

Voici les chiffres concernant quelques espèces de Rongeurs que nous empruntons notamment à C.P. RICHTER :

	DL 100 p. cent (mg/kg)
Rat blanc.....................	100
Surmulot adulte	10
Surmulot jeune	20
Rat noir	200
Ecureuil gris.................	50 à 250
Lapin.........................	400 et plus
Cobaye	400

3° **Intoxication par doses répétées.** — Dans un premier essai, 10 campagnols ont reçu pendant 2 J consécutifs, de la nourriture contenant 2 p. cent d'Antu technique. Les doses ingérées se sont échelonnées de 131 à 933 mg/kg. Seulement 5 animaux sur 10 sont morts.

Comme nous sommes restés dans la gamme des doses inférieures à ce que nous considérons comme étant la DL 100 p. cent (1 500 mg/kg), cet essai ne nous renseigne guère sur le pouvoir d'accumulation ou d'accoutumance de l'Antu.

Dans un deuxième essai, 4 Campagnols ont reçu chaque jour de la nourriture à 1 p. cent d'Antu. Ils sont morts au bout de 3, 4, 8 et 37 J après avoir ingéré respectivement 1 040, 3 360, 18 440 et 50 620 mg/kg de poids vif (chiffres rapportés au poids vif initial).

Les Campagnols des champs montrent donc un pouvoir d'accoutumance très marqué à l'égard de l'Antu.

4° **Essais avec des grains enrobés d'Antu.** — Nous avons préparé des grains suivant la technique utilisée avec le Phosphure de zinc, c'est-à-dire en les enrobant d'une suspension d'Antu dans de l'huile de paraffine. Nous avons obtenu 3 morts sur 4 sujets avec des grains à 5 p. cent et également 3 morts sur 4 sujets avec des grains à environ 10 p. cent d'Antu.

Une maison commerciale nous a fourni des grains enrobés d'un mélange solide à base d'Antu. Leur teneur était de 10 p. cent de produit actif. Nous avons obtenu 9 morts sur 10 Campagnols des champs et 10 morts sur 10 Mulots, *Apodemus sylvaticus* L. Le nombre de grains mangés par individu a varié de 1 à 5 ; il était en moyenne de 2,2 pour les Campagnols et de 1,5 pour les Mulots.

L'Antu étant réparti uniquement à la surface des grains, la pesée des restes ne permet de calculer que très approximativement la dose de toxique ingéré. Les bons résultats obtenus peuvent s'expliquer par le fait que le produit actif étant localisé à la surface des grains a une très forte concentration, il suffit d'une très faible consommation d'appât pour que le Campagnol ou le Mulot absorbe une forte dose d'Antu.

5° **Conclusion.** — L'emploi d'Antu pour la lutte contre les Campagnols des Champs nous paraît très aléatoire en raison de la très faible toxicité de ce produit à l'égard de cette espèce et de la grande résistance que certains individus sont susceptibles d'acquérir à la suite de l'ingestion de doses subléthales.

Toutefois, nous avons prévu d'essayer en nature les grains à enrobage à forte teneur d'Antu, vus les résultats encourageants obtenus en laboratoire.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BAWDEN (F.C.). — **Plant viruses and virus diseases** (Les virus et les maladies à virus des plantes), 1 vol., 332 p., 59 fig., 30 tableaux, Waltham, Mass., 1950.

Cette troisième édition de l'ouvrage universellement réputé du Dr BAWDEN, chef du service de Pathologie végétale de la Station expérimentale de Rothamsted est profondément transformée par rapport aux précédentes. Ce n'est pas que depuis six ans une seule découverte très importante ait été réalisée ; mais de multiples progrès dont l'action conjuguée ne peut manquer de modifier insensiblement d'une façon profonde le visage d'une science encore jeune ont été enregistrés dans tous les domaines. La connaissance des premiers virus isolés (virus de la Mosaïque du Tabac, du Bushy stunt de la Tomate, etc.) a été singulièrement approfondie, d'autres ont été purifiés à leur tour et étudiés en détail, notamment le virus de la Mosaïque jaune du Navet, premier virus transmissible par les insectes dont la cristallisation ait été obtenue (MARKHAM et SMITH 1946). Les perfectionnements considérables de la microscopie électronique ont permis d'améliorer les images et de révéler la morphologie de virus de plus en plus nombreux. Parallèlement beaucoup de faits nouveaux étaient révélés relativement à la transmission des virus par les insectes. Enfin de nombreuses maladies nouvelles étaient découvertes dont certaines se caractérisaient par des symptômes non signalés jusqu'alors.

On saisit la somme considérable que représente un ouvrage qui embrasse, comme celui-ci, dans une vaste synthèse, l'ensemble de nos connaissances relatives aux virus et aux maladies à virus des plantes. Ce livre est, sans contredit, le plus remarquable que nous possédions sur le sujet et sa lecture sera aussi indispensable aux spécialistes qui ne peuvent plus embrasser la totalité d'une discipline déjà trop vaste, qu'à tous les biologistes étrangers à la virologie.

Il est impossible de résumer en quelques lignes un ensemble aussi important. Partout on retrouve, dans cette édition, la marque de l'esprit si original de l'auteur. Les documents dépouillés sont nombreux, les références multiples et pourtant nous ne sommes pas en présence d'une simple compilation. Qu'il s'agisse de l'étude des symptômes des maladies, des modes de transmission de ces dernières, des relations entre les virus et leurs insectes vecteurs, des mutations, des interférences entre virus, des réactions sérologiques des méthodes de dosage, de la purification, des propriétés physiques et chimiques (*cristallinity, particle size, types of inactivation*), de la taxonomie des virus, des actions réciproques de l'infection et du métabolisme de l'hôte, des méthodes de lutte, enfin des « spéculations » relatives à l'origine des virus, l'auteur a trouvé le moyen d'exprimer dans chacun de ces chapitres des vues originales souvent profondes. C'est qu'en effet ses travaux personnels et ceux des élèves qu'il a eu l'occasion de diriger l'ont mis à même d'aborder directement au moins quelques problèmes dans chacun des domaines cités et d'avoir une opinion solidement assise sur les plus difficiles. Par dessus tout cela, et ce n'est point une des moindres qualités de l'auteur, la langue est claire, le style simple et vivant, parfois assaisonné d'un humour bon enfant assez rare dans les publications scientifiques. Il est important, dans un ouvrage de ce genre d'alléger la tâche du lecteur par l'aisance du style et un usage aussi modéré que possible des termes techniques.

Il convient de souligner la pertinence de certaines analyses notamment celles qui sont relatives à la valeur et aux limites d'utilisation des épreuves sérologiques et des diverses méthodes quantitatives utilisées en virologie. Leur lecture permettra aux débutants d'éviter des interprétations erronées ou hasardeuses. Chacun lira avec un vif intérêt le chapitre remarquablement illustré relatif à la purification et à la cristallisation des virus. Quantité de remarques du plus haut intérêt pour les agronomes sont rassemblées dans le chapitre qui traite des méthodes de lutte. L'exposé des relations entre les virus et leurs insectes vecteurs est aussi d'une excellente venue dans l'ensemble. Il nous semble pourtant que certaines opinions pourraient être présentées avec plus de nuances. D'autre part la critique des travaux de FUKUSHI, KUNKEL et surtout BLACK relatifs à la multiplication de certains virus dans l'organisme de leurs insectes vecteurs paraîtra probablement bien pointilleuse. Les travaux les plus récents de BLACK nous ont personnellement convaincu. Les esprits avides de spéculation seront attirés par la conclusion dans laquelle l'auteur brosse à grands traits, dans un chapitre dépourvu de toute prétention philosophique, l'exposé des principales idées relatives à l'origine des virus. Quelques points méritent d'être notés. Tout d'abord le Dr BAWDEN condamne, avec raison, nous semble-t-il, l'hypothèse vraiment hasardeuse qui place les virus à l'origine de la vie. Tant qu'aucun virus saprophyte n'aura été découvert ces idées tiendront plus du roman que de la science. L'auteur souligne ailleurs que certaines substances qui sont des constituants normaux de la matière vivante d'une espèce végétale sont peut-être capables de se comporter comme des virus lorsqu'elles pénètrent dans les cellules d'autres espèces. Cette conception est basée

en partie sur le cas du virus du paracrinkle des Pommes de terre de la variété « King Edward ». Des travaux plus récents de l'auteur lui-même viennent aujourd'hui d'enlever une partie de sa valeur à cet exemple. Par contre les observations relatives au virus de la Mosaïque latente de la Cuscute qui infecte sans symptômes la *Cuscuta californica* et provoque une maladie grave lorsqu'il est transmis par cette Cuscute à diverses plantes telles que la Betterave, par exemple, constituent encore un argument de valeur, de même que l'existence de tumeurs stériles apparaissant chez une plante à la suite de l'infection par le *Bacterium tumefaciens*.

Il est fait allusion aux relations possibles entre virus et plasmagènes. L'auteur souligne encore que certains constituants normaux des végétaux, tels que les florigènes, dont la constitution chimique est inconnue, se rapprochent beaucoup des virus par leur comportement physiologique. Cette remarque avait déjà été faite par P. CHOUARD. Enfin le Dr BAWDEN critique l'assimilation absolue des nucléoprotéïnes isolées avec le virus proprement dit. Les premières ne seraient que le minimum chimique nécessaire pour modifier l'orientation du métabolisme cellulaire. Elles ne ressemblent peut-être pas plus au système dynamique final qu'elles engendrent dans la cellule infectée qu'un œuf fécondé ne ressemble à l'organisme auquel il doit donner naissance. Cette idée chère à l'auteur mériterait d'amples discussions. Le livre abondamment illustré bénéficie de l'excellente présentation matérielle des publications de la *Chronica Botanica* [1] P. L.

NICKELL (L.G.). — **Effect of Aspartic Acid on Plant-Virus Tumour Tissue** (Action de l'acide aspartique sur la croissance du tissu tumoral produit par le virus *Aureogenus mangnivena* Black). *Nature*, 166, p. 351-352, 1950.

Les meilleures sources de carbone et d'azote pour la croissance du tissu tumoral de *Rumex acetosa* L. sont respectivement le saccharose et les nitrates. Cependant, quand ces deux corps sont présents en quantité optimum, l'addition d'acide aspartique au milieu produit une stimulation de la croissance, proportionnelle à la concentration jusqu'à 0,032 M. Cette stimulation est due à une autre cause que la simple utilisation de l'acide aspartique comme source de carbone ou d'azote ou les deux. Il est possible que cet amino-acide, si important dans le métabolisme de nombreux tissus végétaux, soit, dans l'exemple présent, le facteur limitant quand les autres conditions optimum se trouvent remplies. Il est remarquable aussi qu'en présence d'acide aspartique, la couleur du tissu tumoral soit beaucoup plus verte que lorsqu'il pousse sur tout autre milieu, sauf quand l'amidon est utilisé comme source de carbone. Cela suggère que l'acide aspartique peut avoir quelqu'effet sur la synthèse de la chlorophylle dans ce tissu. Y. GEN.

KLECZKOWSKI (A.). — **Restauration of the Ability of some Heated Antisera to Floculate Specifically their Antigens** (Rétablissement de la faculté de quelques antisérums de floculer spécifiquement en présence de leurs antigènes). *Brit. J. exp. Path.*, 31, p. 145-154, 1950.

Des anticorps, subissant, en présence d'autres protéines, les stades initiaux de la dénaturation par la chaleur, peuvent former avec elles des complexes et devenir incapables de donner des réactions d'agglutination ou de précipitation avec leurs antigènes. Ils peuvent garder cependant la propriété de se combiner avec eux et d'inhiber leur floculation avec des sérums non traités.

Les anticorps, chauffés en présence des autres protéines du sérum, peuvent, après une incubation avec de la trypsine, être extraits des complexes formés. Ces anticorps récupérés, de taille probablement réduite, se combinent encore spécifiquement et peuvent même floculer avec leurs antigènes. C'est ainsi que le virus de la « Mosaïque du Tabac », le virus du « Bushy Stunt de la Tomate » et une souche des bactéries des nodosités du Pois floculent en présence de leurs anticorps récupérés, alors que la sérumalbumine du Cheval se combine spécifiquement mais sans précipiter. Y. GEN.

ANDREAE (W.A.) et THOMPSON (K.L.). — **Effect of leaf-roll virus on the amino-acid composition of potato tubers** (Action du virus de l'Enroulement sur la composition en acides aminés des tubercules de Pomme de terre). *Nature*, 166, p. 72-73, 1950.

Des extraits de tubercules de la variété de Pomme de terre Green Mountain ont été éprouvés par la méthode de chromatographie sur papier de R.J. WILLIAMS et H. KIRBY (1948). Les épreuves qualitatives ont révélé une réduction très nette dans les teneurs en tryptophane et en tyrosine des extraits de tubercules malades. Des réactions colorimétriques standards, réaction de Millon pour la tyrosine, réaction du tryptophane avec la benzaldéhyde et la réaction de Folin pour ces deux amino-acides, essayées sur de nouveaux tubercules sains et malades, ont confirmé ces résultats.

Cette diminution peut être due à plusieurs causes. Le virus de l'Enroulement peut diminuer la synthèse des deux acides aminés ou les utiliser pour sa propre formation. Il peut aussi les amener à entrer dans la composition de substances anormales. On doit noter que R.J. BEST (1948) a suggéré un schéma pour la conversion exagérée de la tyrosine

(1) Le Dr BAWDEN a eu l'obligeance de nous signaler quelques coquilles importantes qu'il nous paraît utile de faire connaître aux lecteurs de son livre. — A la cinquième ligne de la p. 49, il faut lire «intranuclear» et non « intracellular » ; p. 91, l'insecte nommé dans le tableau VI est *Cicadula sexnotata* et non *Macropsis trimaculata* ; dans l'addendum du chapitre V, il faut également lire *Cicadula sexnotata* au lieu de *Macropsis trimaculata*.

en scopolétine (6 méthoxy-7 hydroxy-1.2 benzopyrone) chez le Tabac sous l'influence du virus de « Spotted Wilt » de la Tomate et que cette substance fluorescente a été retrouvée par W.A. ANDREAE (1948) à une teneur anormale dans les plantes atteintes d'enroulement.

Y. GEN.

BAWDEN (F.C.), KASSANIS (B.) et NIXON (H.L.). — **The Mechanical Transmission and some Properties of Potato Paracrinkle Virus** (Transmission mécanique et quelques propriétés du virus du Paracrinkle de la Pomme de terre). *Journ. Gen. Microb.*, 4, p. 210-219, 1950.

Le Paracrinkle est une maladie à virus que SALAMAN et LE PELLEY (1930) ont mise en évidence en greffant certaines variétés de Pomme de terre, particulièrement Arran Victory, avec des pieds de la variété King Edward d'apparence saine. Jusqu'à ce jour aucun autre mode de transmission de cette maladie n'était connu. En augmentant la sensibilité des plantes à l'inoculation à l'aide d'un abrasif (poudre de carborundum ou terre d'infusoires) et en plaçant les Pommes de terre à l'obscurité quelques jours avant l'inoculation, on parvient à transmettre le virus, à partir de jus de feuilles des variétés King Edward ou Arran Victory infectées. La transmission est encore plus aisée de la Pomme de terre à la Tomate. L'abrasif, devenu inutile, permet seulement de réussir des inoculations en partant de jus dilués

L'examen au microscope électronique de jus de feuilles des variétés King Edward ou Arran Victory infectées, simplement clarifiés par une congélation suivie d'une centrifugation à 8 000 t mn, a révélé l'existence de particules allongées, de longueur variable mais de largeur constante (10 mμ), que l'on peut séparer en deux groupes morphologiquement semblables

1° Des particules trouvées dans toutes les variétés de Pomme de terre éprouvées saines, même dans des plantules issues de semis, capables de supporter un chauffage à 90° et non transmissibles par la greffe à la Tomate De telles particules, constituants normaux des jus de Pomme de terre, n'existent pas dans des jus de Tomates saines ;

2° Des particules transmissibles à la Tomate, détruites dans les jus après un chauffage à 55° et qui semblent bien être le virus du Paracrinkle.

La démonstration de la transmission mécanique de ce virus rend inutiles les théories édifiées pour expliquer son installation dans le clone King Edward. Le virus du Paracrinkle ne diffère plus des autres virus tolérés par des hôtes multipliés par voie végétative.

Y. GEN.

GREGOIRE (J.). — **Action de la soude N 30 sur le virus de la Mosaïque du Tabac et sur l'acide nucléique du virus ainsi libéré. I. — Mise en évidence d'un facteur accélérant la perte de précipitabilité de l'acide nucléique et la formation de produits diffusibles**. *Bull. Soc. Ch. Biol.*, 32, p. 539-370, 1950.

Sous l'action de la soude N/30, l'acide nucléique du virus purifié de la « Mosaïque du Tabac » est libéré de sa combinaison nucléoprotéique ; on peut alors le précipiter par addition d'HCl 0,2 N (pH < 2) après avoir éliminé la fraction protéique à *p*H 5,2. Mais de faibles quantités de substances, produites au cours du traitement alcalin, peuvent contribuer à sa rapide dégradation en polynucléotides diffusibles, qui restent en solution à *p*H < 2. Ainsi, au bout de 4, 8, 16, 32, 64 et 128 mn, les pertes de précipitabilité de l'acide nucléique en p. cent sont respectivement 0, 4, 22, 45, 74 et 85. Ces substances agissent seulement en présence de la soude et après une durée de contact suffisante, alors que l'acide nucléique préalablement isolé est relativement stable. Ces substances, que l'on peut concentrer 20 fois par dialyse, doivent agir en altérant le substrat et en facilitant ainsi l'action de la soude. Cet inconvénient est évité en opérant pendant 4 mn, temps nécessaire pour libérer la majeure partie des deux constituants du virus.

Y. GEN.

ERNOULD (L.). — **La graine de Betterave transmet-elle la Jaunisse et la Mosaique ?** *Publ. Inst. Belge Amel. Bett.*, Tirlemont, 18e année, p. 89-94, 1950.

Aucune transmission par la graine n'a été observée chez 919 Betteraves, dont 649 provenaient de graines récoltées sur des porte-graines gravement atteints.

Y. GEN.

LARSON (R.H.), MATTHEWS (R.E.F.) et WALKER (J.C.). — **Relationships betwen certain viruses affecting the genus Brassica** (Affinités entre certains virus attaquant le genre Brassica). *Phytopatho.*, vol. 40, X, p. 955-962, 1950.

Les travaux antérieurs ont établi qu'il y a au moins deux groupes de virus s'attaquant au Chou. 1. *Groupe du Turnip virus* 1 avec le « cabbage black ring virus », le « cabbage virus A » le « cabbage black ring spot virus », et le « horseradish mosaic virus ». 2. *Groupe de cauliflower virus* 1 avec le « cabbage virus B », le « cauliflower mosaic virus » et le « Chinese cabbage mosaic virus ». Ces relations sont établies par les propriétés physiques : temps d'inactivation à 20°, dilution limite, température d'inactivation.

Les virus du premier groupe présentent des réactions sérologiques croisées et sont donc apparentés. Aucun virus du 2e groupe n'a fourni de réaction sérologique positive.

Les virus du groupe Turnip virus 1 ont des particules en bâtonnets longues et flexueuses. Le type des précipités fournis par les réactions sérologiques l'indique nettement et les photographies obtenues au microscope électronique le confirment.

P. L.

WEATHERS (L.G.) et COCHRAN (G.W.). — **Transmission of components of the western-X-virus complex to herbaceous plants** (Transmission de certains constituants du complexe de virus de la western-X-diseases à des plantes herbacées). *Phytopatho.*, XL, 10, p. 970, 1950. Résumé.

Une partie du complexe de la Western-X-disease probablement le virus de la Western-X-disease lui-même a été transmis par l'intermédiaire de *Cuscuta campestris* et *Cuscuta subinclusa* à la Carotte, à la Pervenche et au Persil. Les Carottes atteintes jaunissent, les feuilles déjà développées sont colorées par des anthocyanes, celles qui se développent plus tard sont rabougries, chlorotiques et tordues. Les feuilles des Pervenches atteintes jaunissent et se courbent vers le haut et les fleurs n'acquièrent pas leurs dimensions et leur couleur normales. Chez le Persil, on observe un jaunissement et un rabougrissement. Dans les champs d'expériences des Tomates réunies à des Pêchers malades par *Cuscuta subinclusa* développent une nécrose et un flétrissement rappelant le tip blight de la Tomate. L'inoculation de la Tomate n'ayant pas réussi en serre on peut douter encore qu'il s'agisse là d'une transmission du virus. P. L.

HERBERT (G.A.). — **Particules, possibly virus, isolated from orchids** (Particules, vraisemblablement assimilables à un virus, isolées d'orchidées). *Phytopatho.*, XL, 10, p. 965, 1950, Résumé.

Des particules sinueuses de 19 mµ de diamètre sur 500 mµ de long ont été trouvées sur des *Cymbidium* atteints de Mosaïque. Des particules en bâtonnets de 28 mµ de diamètre et de longueur variable ont été isolées de feuilles de *Cymbidium* présentant d'autres symptômes de Mosaïque et des fleurs panachées de *Cattleya*. Des préparations purifiées provenant de *Cymbidium* atteints de Mosaïque ont provoqué des symptômes sur une plante (deux inoculées). Aucun symptôme ne s'est développé sur deux plantes inoculées avec une préparation du deuxième type de bâtonnets. P. L.

JENSEN (D.D.). — **Mosaic of Cymbidium Orchids** (Mosaïque des Orchidées du genre *Cymbidium*). *Phytopatho.*, XL, 10, p. 966, 1950. Résumé.

Transmission mécanique réalisable. Le pouvoir infectieux subsiste au moins 7 jours à 20°. Température d'inactivation entre 60° et 65°. Insecte vecteur inconnu. Echec des inoculations à d'autres espèces. Le breaking des *Cattleya* est transmissible aux *Cymbidium*. P. L.

JENSEN (D.D.). — **Nasturtium mosaic, a virus disease of** *Tropaelum majus L.* **in California** (La Mosaïque de la Capucine, une maladie à virus de *Tropaelum majus*, observée en Californie). *Phytopatho.*, XL, 10, p. 967, 1950.

Cette maladie de la Capucine avait été confondue avec celle, produite sur la même plante, par le virus du « spotted wilt » de la Tomate. Description du virus : vein clearing sur les jeunes feuilles, puis mosaïque avec déformations. Transmission mécanique aisée. Température d'inactivation comprise entre 50° et 55°. Conservation *in vitro* 4 jours à 20°. Transmission par divers pucerons tels que le *Myzus persicae*. P, L.

COCHRAN (L.C.). — **Infection of apple and rose with the ring-spot virus** (Infection du Pommier et du Rosier avec le virus du Ring-spot). *Phytopatho.*, XL, 10, p. 964, 1950. Résumé.

Le virus du Ring-spot du Pêcher a pu être transmis par greffage au Pommier. Aucun symptôme n'est apparu sur des Pêchers greffés sur des Pommiers malades. Onze variétés de Rosiers ont été indexées par greffage sur Pêcher. Le Ring-spot est apparu sur deux Pêchers ce qui indique que le virus du Ring-spot existe, dans la nature, sur le Rosier. P. L.

LINDNER (R.C.), KIRKPATRICK (H.C.) et WEEKS (T.E.). — **A simple staining technique for detecting Virus Diseases in some woody plants** (Une technique de coloration simple pour la recherche des maladies à virus chez quelques plantes ligneuses). *Science*, 112, p. 119-126, 1950.

De nombreux arbres fruitiers à feuilles caduques répondent à une infection par un virus par la production et l'accumulation de composés phénoliques dans les tissus atteints. Ces produits, qui peuvent être extraits et colorés par un réactif approprié (LINDNER 1948), peuvent aussi être fixés et colorés à l'intérieur des tissus. Ils peuvent alors, dans une certaine mesure, donner des indications sur la distribution du virus dans la plante.

On élimine la chlorophylle par l'alcool, on fixe les polyphénols par le formol, puis on les colore par la soude. La décoloration et la fixation se font en une seule opération, en utilisant à chaud un réactif comprenant 700 cc d'alcool éthylique à 95 p. cent, 20 cc de formol à 37 p. cent et 230 cc d'eau distillée. Les feuilles sont ensuite colorées en les traitant par la soude normale à 80-100° pendant 2-10 mn. On obtient une coloration bleue qui s'oxyde en rouge au contact de l'air.

Cette technique a été appliquée avec succès au pêcher, au cerisier, à l'abricotier, au prunier, au pommier, au poirier, au rosier et à la viorne. Le fraisier mis à part, elle n'est pas applicable aux plantes herbacées qui ont été éprouvées.

Il est bien certain que tout autre cause de production de produits phénoliques fournira une épreuve colorimétrique positive. On devra attacher un soin particulier à l'échantillonnage et l'interprétation des résultats. Y. GEN.

Hanni (H.). — **Beitrag zur Biologie und Bekampfung der Kraut und Knollenfaüle der Kartoffel, verursacht durch Phytophthora infestans (Mont-de-Bary)** (Contribution à l'étude de la biologie et des moyens de lutte contre le Mildiou de la Pomme de terre, causé par Phytophthora infestans). *Phytopath. Zeits.*, 15-2, p. 209-286 ; 3, p. 287-332, 37 fig., 5 graph., 1949.

Le parasite réalise les progrès les plus rapides dans les tubercules à une température comprise entre 15 et 24°. Il peut survivre au moins 20 jours à 0° et 10 à 30° dans les tubercules de la variété Bintje. Les températures supérieures à 27° lui sont beaucoup plus nuisibles que celles qui sont inférieures à 3°. Bien que la lumière ne semble pas exercer une influence directe sur la croissance et la fructification du Champignon, les tissus périphériques du tubercule et les pousses verdies par la lumière sont moins sensibles à l'infection. Différentes fumures du sol, provoquant des variations dans la composition du tubercule peuvent modifier le développement du champignon qui, à température constante, semble lié à l'accumulation d'azote aminé. Des différences considérables se manifestent d'une variété à l'autre en ce qui concerne la résistance des tissus.

Le *Phytophthora infestans* subit une forte action antagoniste de la part d'autres micro-organismes et il est impossible de le maintenir à l'état pur plus de 2 à 3 semaines sur des tranches de tubercules désinfectés. Ce fait est de première importance pour le problème de l'hibernation du parasite, soit par des spores de repos ; soit sur des plantes vivaces. Les mesures indirectes de lutte consistent dans l'utilisation de variétés résistantes telles que ***Frühbote*, *Ideaal*, *Voran***, de pratiques culturales rationnelles. L'élimination des sources d'infection primaire, au moyen de composés cupriques, est le principal moyen de lutte directe.

La destruction des fanes, par des sels de dinitrocrésol en particulier, est recommandée.
M. Gun.

Muller (K.O.). — **Uber die Schadwirkung der Rhizoctonia Solani K. bei der Kartoffel** (Dégats causés par le Rhizoctone sur les Pommes de terre). *Nachr. Bl. für den dtsch Pfl. Dients.*, N.F. 1-3, p. 47-51, 1947.

En réalisant des contaminations artificielles en terre par le Rhizoctone, avec deux profondeurs de plantation (14 et 6 cm) on observe que le retard à la levée provoqué par ce parasite est beaucoup plus marqué dans le cas d'une plantation profonde, il en est de même pour la réduction du nombre de tiges par pied qui peut atteindre 50 p. cent. La baisse de rendement (en poids) atteint 10 à 20 p. cent en plantation superficielle, jusqu'à 50 p. cent en plantation profonde.

Certaines variétés, telles que Erdgold, ont un grand pouvoir de régénération qui compense partiellement la réduction du nombre de plantes. La virulence varie suivant les souches du *Rhizoctonia Solani* utilisées et suivant les variétés de pommes de terre.
M. Gun.

Sanford (G.B.). — **Effect of various soil supplements on the virulence and persistence of *Rhizoctonia Solani*** (Effet de différents apports au sol sur la virulence et la persistance du *Rhizoctonia Solani*). *Sci. Agric.*, XXVII, 11, p. 533-544, 2 fig., 1947.

L'addition de différentes substances au sol tend à réduire l'activité du parasite : Saccharose, chaux, sulfate de magnésium, soufre. On pense que des antagonismes se manifestent dans le sol et sont modifiés par ces traitements. M. Gun.

Afanasiev (M.M.) et Morris (H.E.). — **Time of infection and accumulative effect of Rhizoctonia on successive crops of Potatoes** (Temps d'infection et effet cumulatif du Rhizoctone sur des récoltes successives de Pommes de terre). *Amer Potato J.*, XXV, 1, p. 17-23, 4 graph., 1948.

En plantant des Pommes de terre désinfectées au formol dans un sol n'ayant pas porté cette plante depuis 25 ans et en répétant cette culture sur plusieurs années successives, on observe que les attaques de Rhizoctone se manifestent avec intensité à partir des 2e et 3e années pour atteindre le degré maximum la quatrième. Si les tiges, stolons et tubercules sont très sensibles, les racines sont parfois plus résistantes à l'infection. Des rotations assez longues combinées au traitement des tubercules doivent permettre de réduire les attaques dans une large mesure. M. Gun.

Whitehead (S.B.). — **The control of scab in Potatoes** (Défense des Pommes de terre contre la Gale commune). *Gohrs'Chron* Ser. 3, 127, 3.303, p. 166, 1950.

Certaines techniques culturales permettent de réduire les attaques de gale (*Actinomyces Scabies*) : éviter le chaulage ; car un sol de pH 5, 2 est généralement exempt de gale ; sur sol calcaire, user d'une fumure organique ou d'engrais acides. En sol sableux, on peut utiliser un engrais vert. Enfin il importe d'éviter pendant au moins 2 ans la culture des pommes de terre, betteraves, navets ou radis en sol contaminé. M. Gun.

ZOOLOGIE AGRICOLE

LANCUM (F.H.). — **Wild Birds and the Land** (Les Oiseaux sauvages et l'Agriculture). *Min. Agriculture and Fisheries*, bull. n° 140, 75 p., London, 1950.

Ce bulletin concerne plus de 90 espèces choisies parmi les plus communes. Pour chacune d'elles l'Auteur mentionne une courte description, ainsi que les grands traits de la biologie puis il résume de façon très succincte mais très complète les connaissances objectives que nous possédons sur le rôle de l'espèce en Agriculture et dans la nature. Dans l'introduction, avaient été analysées les difficultés que présentent l'appréciation du rôle d'une espèce.

De très belles photographies, toutes prises en nature, illustrent cette publication. Toutes les espèces citées sont représentées au moins une fois. J. G.

VERHEYEN (R.). — **La Cigogne blanche dans son quartier d'hiver**. *Le Gerfaut*, 40e année, n° 1-2, p. 1-16, 1950.

L'Auteur donne des indications précises sur l'habitat et la nourriture de la Cigogne blanche en Afrique. Il donne la carte de migration de l'espèce et propose quelques corrections à y apporter. Un point nous retiendra surtout ici, c'est la relation qui semble exister entre les déplacements de la Cigogne blanche en Afrique et la migration de la Grande Sauterelle rouge *Nomadacris septemfasciata* SERVILLE. J. G.

BAUMGARTNER (L.L.) et POWELL (S.E.). — **Zinc dimethyldithiocarbonate cyclohexylamine complex as a deer repellent applicable to agricultural crops** (Le complexe dimethyldithiocarbonate de zinc cyclohexylamine : un répulsif à l'égard du Cerf utilisable sur les cultures). *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 15, p. 411-420, 1949.

Le Complexe indiqué, désigné par abréviation sous le terme de Z.a.c. s'est montré d'une bonne efficacité pour la protection contre le Cerf américain (*Odocoileus virginianus* MERRIAM) de cultures telles que les haricots, les fraises, le sarrasin et les arbres fruitiers par des applications d'une bouillie contenant 1 à 5 p. cent de Z.a.c. L'action répulsive ne se manifeste qu'après une première consommation de plantes traitées. Il est nécessaire de répéter le traitement quand il y a pousse de nouvelles feuilles. Le Z.a.c., aux doses préconisées, est sans danger pour les plantes et les animaux. J. G.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

ANONYME. — **Chemical prevention of Potato dry-rot disease** (Traitement chimique préventif du tubercule de Pomme de terre contre la pourriture sèche). *Nature*, CLXII, p. 843, 1948.

Un produit à base de 2, 3, 5, 6 tetrachlornitrobenzène, protège les tubercules de Pommes de terre de la pourriture sèche causée par *Fusarium caeruleum*. L'efficacité est supérieure si le traitement est effectué dès la récolte. La germination des tubercules se trouve retardée en fonction des conditions de stockage ultérieures.

Le tétrachlornitrobenzène est doué d'une si faible toxicité qu'on peut le considérer comme sans danger dans les conditions d'emploi préconisées. M. G.

RAWLINS (W.A.), STAPLES (R.) et DAVIS (A.C.). — **Wire worm control with several insecticides introduced into the soil** (Traitement du sol contre les Taupins par plusieurs insecticides). *J. econ. entom.*, 42, 326-329, 1949.

L'H.C.H. riche en isomère γ est pratiquement efficace aux doses de 500 g à 1 kg par ha ; il faut parfois 2 kg. Le chlordane est suffisant à raison de 2 à 4 kg par ha, lorsque l'attaque est faible ; dans le cas contraire, 4 à 8 kg sont nécessaires. Le chlordane heptachloré est actif aux doses de 2 à 4 kg. L'aldrine a donné de premiers résultats encourageants. Le camphène chloré est dénué d'intérêt. M. RAU.

MAERKS (H.). — **Versuche über Draktwurmbekampfung durch Saatgutbehandlung** (Recherches sur la lutte contre les Taupins par traitement des semences). *Nachr. biol. Zentral., Braunsch.*, t. 1, p. 127-129, 1949.

Les traitements des semences au moyen de poudres à base d'H.C.H. technique ne sont pas suffisamment actifs contre les Taupins. Les poudres au S.N.P. leur sont supérieures. Une meilleure solution est donnée par l'emploi de l'isomère γ de l'H.C.H. à 99 p. cent de pureté. Une poudre à 20 p. cent de γ, à la dose de 250 g par quintal de grains, assure dans les essais une forte diminution des attaques et une mortalité considérable des Taupins. Dans les applications agricoles, il y aurait lieu d'augmenter la dose d'emploi, mais il serait sans doute possible de diminuer la concentration en matière active. La durée d'action de l'H.C.H. est nettement supérieure à celle du S.N.P. : l'H.C.H. est mieux adapté aux conditions du plein champ.

Le pouvoir germinatif de l'Orge n'est pas altéré par la poudre à 20 p. cent d'isomère γ. Dans les sols sableux seulement, on constate que les germes des grains traités sont plus courts. Les graines de Betterave diminuent de pouvoir germinatif après application de la poudre à 15 p. cent de γ. Les semences monogermes sont encore plus sensibles. M. RAU.

BREMOND (H.) et ROUBERT (J.). — **Les nouveaux insecticides viticoles et le vin**. *Ann. inst. agr.*, 58 p., Alger, 1949.

L'action sur la vinification de plusieurs insecticides modernes a été étudiée. Les sulfocyanures organiques ne troublent pas la vinification, mais ils sont peu actifs contre les insectes. L'H.C.H. est un bon insecticide, sans action sur les fermentations, mais il donne au vin un goût anormal. Le D.D.T. a peu d'action sur la fermentation ; il raréfie cependant les levures au début, car il tue les Drosophiles. On ne le retrouve pas dans le vin. Les mélanges de fluosilicates et de cryolithe sont de mauvais insecticides viticoles. Ils sont moins actifs sur les insectes que l'H.C.H. ou le D.D.T., et le fluor perturbe gravement la fermentation ; il passe en quantités anormales dans les vins, qui pourraient être considérés comme frauduleux.

En résumé, c'est le D.D.T. qui est recommandé. M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

GALLAY (R.). — **Rapport d'activité 1948.** *Ann. agr. de la Suisse*, t. L, p. 776-904 et *Publ* n° 387 *de la Station féd. d'essais vit. et arb.* de Lausanne, 1949.

Fongicides. — En présence d'une grosse attaque de Mildiou de la Vigne, la bouillie bordelaise s'est toujours classée en 1re ligne. Les différences d'efficacité avec les autres formes de cuivre sont toujours moins grande sur grappes que sur feuilles. Au début de la végétation, les vignes traitées à la bouillie bordelaise sont moins belles que les vignes traitées par les autres bouillies cupriques, en raison d'une certaine action phytocide de la bouillie bordelaise ; en fin de végétation, le phénomène est inverse. Contre la Tavelure du Pommier, les soufres mouillables se sont montrés un peu supérieurs à la lessive sulfocalcique simple, mais un peu inférieurs à la lessive sulfocalcique additionnée de sels de cuivre. Ils sont moins phytocides que la lessive sulfocalcique. Les soufres les plus fins sont les plus efficaces. On peut les additionner d'arséniate de plomb sans augmenter les risques pour le feuillage.

Adhésivité des sels de cuivre. — Les importants travaux de TRIVELLI peuvent être résumés comme suit. Ils consistent principalement en essais de persistance faits au laboratoire sur feuilles de vigne. Si on donne la note 100 à la bouillie bordelaise, les rétentions initiales varient, pour les spécialités commerciales, de 36 à 100 ; les ténacités varient de 3 à 77. Les constatations faites au vignoble sont en bon accord avec ces résultats. La pression à la sortie du pulvérisateur a beaucoup plus d'influence sur les dépôts que l'addition de mouillants. Sur feuilles de vigne, la rétention initiale est maximum à 25 atm ; le dépôt avec la bouillie bordelaise à 2 p. cent atteint alors 51 γ de Cu par cm². Sur le feuillage de la Pomme de terre, la pression du pulvérisateur agit dans le même sens, mais avec moins d'intensité ; la rétention initiale de l'oxyde cuivreux est alors les 73 p. cent de celle de la bouillie bordelaise ; les oxychlorures sont encore moins avantageux. Les produits dits « adhésifs » diminuent la rétention initiale, à moins qu'ils ne soient employés à faible dose.

Insecticides. — L'ester thiophosphorique semble donner d'excellents résultats contre les Vers de la grappe, mais de nouveaux essais sont nécessaires. Il est aussi efficace que le D.D.T. ou l'H.C.H. contre l'Anthonome du pommier et les Hoplocampes des prunes et des poires. Envers le Carpocapse, les suspensions de D.D.T. concentré, à 100 g de matière active par hl, sont équivalentes à l'arséniate de plomb. L'ester thiophosphorique est inférieur à l'arséniate de plomb, mais donne d'excellents résultats en addition au D.D.T.

Substances de croissance. — En désherbage, le 2.4. D. est plus actif contre les Chardons que l'acide 2.4.5. trichlorophénoxyacétique et l'acide 2.méthyl.4.chlorophénoxyacétique. Contre les Liserons, les pulvérisations de 2.4.D. visant la base des plantes sont efficaces ; le produit diffuse lentement dans le rhizome ; il parcourt 4 cm par semaine. Les substances de croissance augmentent en général notablement le nombre des grains de raisin qui se forment. Les acides β naphtoxyacétiques et 4.chlorophénoxyacétiques et leurs sels alcalins augmentent la production et la précocité des tomates en serre. L'α naphtylacétate de Na, pulvérisé sur les arbres à la dose de 1 mg par l, retarde la chute des coings, des pêches et des prunes. L'année suivante, les arbres fleurissent plus tard, mais ils fleurissent et fructifient aussi abondamment. Le 2.4.D. incorporé au sol peut être nocif pendant 9 mois, en terrain sec. Il est plus rapidement éliminé en terrain humide, et d'autant plus qu'il pleut d'avantage. M. RAU.

KEARNS (C.W.), WENMAN (C.J.) et DECKER (G.C.). — **Insecticidal properties of some new chlorinated organic compounds** (Propriétés insecticides de quelques nouveaux composés organiques chlorés). *J. econ. entom.*, 42, 127-134, 1949.

Premiers essais de 3 nouveaux insecticides organiques : un composé voisin du chlordane, mais ayant 7 atomes de Cl au lieu de 8, le produit qui a reçu le nom de Dieldrine, et

un dérivé oxygéné de ce dernier. Ils ont été comparés, sur 10 espèces d'insectes, avec le D.D.T., l'isomère γ de l'H.C.H., le chlordane, le camphène chloré, et le S.N.P. Si l'on considère l'action insecticide immédiate, l'ordre de toxicité décroissante est en moyenne le suivant : Dérivé oxygéné de la Dieldrine > Dieldrine > chlordane heptachloré > isomère γ > chlordane > camphène chloré > D.D.T. En ce qui concerne la persistance d'action, l'ordre de valeur décroissante est : dérivé oxygéné de la Dieldrine > D.D.T. > Dieldrine > chlordane heptachloré > chlordane > isomère γ. M. RAU.

SCHREAD (J.C.). — **A new chlorinated insecticide for control of turfinhibiting insects** (Nouvel insecticide chloré utilisé contre les insectes des pelouses). *J. econ. entom.*, 42, 499-502, 1949.

Il s'agit du « composé 118 », voisin du chlordane, et qui a reçu plus récemment le nom d'Aldrine. La matière active est le 1.2.3.4.10.10 hexachloro 1 : 4,5 : 8 diendonéthyl 1.4.4.a.5.8.8a hexahydronaphtalène. Contre les larves de *Popillia japonica*, il semble supérieur au chlordane et à l'ester thiophosphorique. Il est très actif contre les Fourmis et surpasse le mélange D.D.T. + cévadille pour la destruction de *Blissus leucopterus*.

M. RAU.

PRADHAN (S.). — **Studies on the toxicity of insecticide films. I. Preliminary investigations on concentration-time-mortality relation** (Études sur la toxicité des films insecticides. I. Recherches préliminaires sur les relations entre la concentration, le temps de contact et la mortalité). *Bull. entom. res.*, 40, 1-25, 1949.

Ces études ont porté sur les insectes *Tribolium castaneum*, *Plutella maculipennis* et *Macrosiphoniella sanborni*. Le *Tribolium* est le plus convenable pour les essais. Dans la technique décrite, les insectes se déplacent sur des surfaces verticales de verre portant des films de D.D.T. ou d'H.C.H. On a cherché à éliminer l'action gazeuse de l'H.C.H., mais il est difficile d'y parvenir.

Avec *Tribolium castaneum*, les courbes doses-mortalités varient, suivant la durée d'exposition, depuis les mortalités nulles à toutes les doses jusqu'aux mortalités de 100 p. cent à toutes les doses. Entre ces extrêmes, les courbes sont sigmoïdes. La durée de survie diminue rapidement quand la quantité de poison déposée augmente. La nature du support agit beaucoup sur la toxicité des insecticides : avec du verre recouvert de cire, les mortalités sont minimums ; elles sont maximums avec les feuilles de *Geum*. M. RAU.

KING (W.V.) et GAHAN (J.B.). — **Failure of D.D.T. to control house flies** (Échec du D.D.T. dans la lutte contre la Mouche domestique). *J. econ. entom.*, 42, 405-409, 1949.

De plusieurs points, on signale des échecs du D.D.T. employé contre la Mouche domestique. Ceci est dû à un accroissement de la résistance des insectes. Il suffit de 1 à 4 ans de traitements pour obtenir des races résistantes. Ce phénomène est plus ou moins accentué suivant les lignées de Mouches. Le méthoxychlore, le chlordane et l'H.C.H. ne provoquent pas de telles augmentations de résistance. L'hypothèse d'une diminution de qualité des produits doit être écartée. M. RAU.

WOODRUFF (N.) et TURNER (N.). — **Concentrated D.D.T. spray powders** (Poudres concentrées au D.D.T. pour bouillies). *J. econ. entom.*, 42, 249-253, 1949.

Des poudres pour bouillie à 80 p. cent de D.D.T. se sont montrées sensiblement plus actives que les poudres à 50 p. cent, à quantités égales de matière active. Leur supériorité est encore plus grande, lorsque les dépôts sont soumis à une pluie. Les silicates colloïdaux d'Al et de Mg et les aérogels de silice sont de bons diluants du D.D.T.

M. RAU.

WOODRUFF (N.) et TURNER (N.). — **Effect of dispersing agents on tenacity of D.D.T. spray powders** (Effet des agents de dispersion sur la ténacité des bouillies au D.D.T.). *J. econ. entom.*, 42, 243-248, 1949.

L'addition d'adjuvants aux poudres pour bouillie à base de D.D.T. présente des avantages, mais les résultats donnés par les produits sont variables. On a étudié l'action des mouillants sur la ténacité des dépôts et la mortalité des insectes. Une forte dose de mouillant fait diminuer les quantités de D.D.T. déposées, la ténacité et la toxicité. Au contraire, les agents de dispersion à haute dose augmentent l'importance des dépôts, mais diminuent la ténacité.

A faibles concentrations, les agents de dispersion et les mouillants réunissent plusieurs avantages : meilleure dispersion, meilleure tenue en suspension, pas de diminution de ténacité ni d'action insecticide. M. RAU.

RIPPER (W.E.), GREENSLADE (R.M.) et HARTLEY (G.S.). — **A new systemic insecticide, bis (bis) dimetyl-amino-phosphorous) anhydride** (Un nouvel insecticide « systémique », l'octaméthylpyrophosphoramide). *Bull. entom. res.*, 40, 481-501, 1950.

Ce composé, encore appelé anhydride tétrakis-diméthylaminophosphoreux, est formé par deux groupements $O = P [N (CH^3)^2]^2$, réunis par un oxygène. C'est un liquide brun foncé, un peu moins visqueux que l'huile d'olive. Quand il est très pur, sa couleur est jaune pâle. Sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. Miscible à l'eau et aux solvants organiques, il est assez soluble dans les huiles végétales, très peu dans les huiles de pétrole

raffinées. On l'extrait de ses solutions aqueuses par le chloroforme. En l'absence d'eau, c'est un composé très stable ; ses solutions aqueuses s'hydrolysent lentement. Les milieux alcalins augmentent légèrement sa vitesse d'hydrolyse, les milieux acides l'augmentent davantage : sa demi-durée de vie est de 2 jours à *p*H3 et 4°,1, de 6 jours à *p*H2 et à 25°. Il a une légère volatilité et un goût poivré faible.

On fabrique deux types de spécialités : des solutions aqueuses à 30 p. cent se conservant un an, et des liquides anhydres contenant 66 à 80 p. cent de matière active. Ces spécialités sont généralement colorées par le violet de méthyle. Les doses d'emploi varient de 100 à 500 g de matière active par hl d'eau. Des essais sur Pucerons ont montré que les distances parcourues dans les plantes par l'octométhylpyrophosphoramide varient de l'épaisseur d'une feuille jusqu'à 75 cm. La toxicité des plantes traitées a été vérifiée sur 14 espèces de Pucerons, 1 Cochenille, 2 Cassides, 2 Araignées rouges. Le produit n'est pas toxique pour les insectes non suceurs, ni pour les parasites et prédateurs. L'immunité des plantes à l'égard des Pucerons dure de 2 à 5 semaines.

L'octaméthylpyrophosphoramide est moins toxique pour les animaux à sang chaud que les esters phosphoriques précédemment utilisés ; c'est néanmoins un poison très violent. Sa D.L. 100 est de 18 mg par kg pour le rat et de 22 mg pour le cobaye, en injection. Les essais d'alimentation du bétail avec des plantes traitées ont donné des résultats rassurants. Au cours des applications à grand débit, les opérateurs doivent être protégés, par ex. par l'emploi de cabines étanches.

Au point de vue analytique, une méthode assez sensible permet de doser le produit dans les plantes ; elle comporte une extraction au chloroforme et un titrage colorimétrique du phosphore par le molybdène (réaction bleue). M. RAU.

EATON (J.K.). — **Insecticidal properties of certain organo-phosphorus compounds** (Propriétés insecticides de certains composés organophosphoriques). *Nature*, t. 163, p. 496, 1949.

Le phosphate et le thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle sont des insecticides nettement supérieurs au pyrophosphate de tétraéthyle. Les propriétés ovicides du thiophosphate ont été reconnues sur *Aphis pomi*, et sur Cheimatobie ; elles peuvent s'exercer à distance. Les esters phosphoriques ne sont ovicides que s'ils renferment au moins une fonction alcoyle et une fonction aryle.

Plusieurs composés organophosphoriques sont des insecticides « systémiques », c'est-à-dire qu'ils peuvent agir après pénétration à l'intérieur des plantes : en particulier l'octométhylpyrophosphoramide et la bis (diméthylamino) fluorophosphine. Le bis (2. fluoréthoxy) méthane a des propriétés analogues. Ces composés systémiques ont aussi une action gazeuse. M. RAU.

GERSDORFF (W.A.). — **Toxicity to house flies of synthetic compounds of the pyrethrin type in relation to chemical structure** (Toxicité envers la Mouche domestique des composés de synthèse du groupe des pyréthrines, en fonction de leur structure chimique). *J. econ. entom.*, 42, 532-536, 1949.

Les produits de synthèse considérés sont caractérisés par la présence d'une chaîne aliphatique et d'un groupement cyclopenténolone, qui peut être remplacé par un groupement analogue non cyclisé. L'ester de l'acide d. chrysanthème-monocarbonique synthétique et de la 2 (2. buténypl) 4.hydroxy.3.méthyl.2.cyclopenténe-1.one (qui est probablement un stétéoisomère de la cinérolone) est aussi toxique que la cinérine I naturelle. Il est 1,5 fois aussi toxique que le mélange des « pyréthrines » dans l'extrait de pyrèthre au kérosène.

Il n'y a pas de différence entre les formes cis et trans de la fraction acide, dans les combinaisons à chaîne 2 buténylе ou allyle. Pour ces deux groupes, les esters préparés à partir de l'acide dextrogyre naturel sont 3,8 fois aussi toxiques que ceux préparés à partir de l'acide rucémique de synthèse. Les isomères complètement synthétiques de la cinérine I sont 0,39 fois aussi toxiques que le mélange technique de « pyréthrines ». Le composé allylique complètement synthétique est 1,8 fois aussi toxique que le mélange des « pyréthrines ». M. RAU.

WILSON (Ch.S.). — **Piperonyl butoxide, piperonyl cyclonene and pyrethrum applied to selected parts of individual flies** (Le butoxyde de piperonyle, le pypéronylcyclonène et les pyréthrines appliqués en des points particuliers du corps des Mouches). *J. econ. entom.*, 42, 423-428, 1949.

Le pyrèthre est beaucoup plus actif envers les Mouches si on l'applique à proximité des pièces buccales que si on l'applique au sommet du thorax. Les dérivés du pypéronyle agissent en empêchant les Mouches paralysées par le pyrèthre de revenir à la vie. Les résultats sont à peu près les mêmes, qu'on les fasse agir aux mêmes points que le pyrèthre ou en des endroits différents. M. RAU.

PAGAN (C.), HAGEMAN (R.H.) et LOUSTALOT (A.J.). — **The effect of sun, shade, and oven-drying on the toxicological and chemical value of derris root** (L'effet de la dessication au soleil, à l'ombre et au four sur la valeur toxicologique et chimique des racines de derris). *J. agric. res.*, 78, 416-417, 1949.

Les racines de derris entières peuvent être desséchées au four en moins de 24 h, au soleil en 4 jours ; les racines fendues sèchent en 2 jours au soleil, en 4 jours à l'ombre. Aucun de ces procédés de dessication ne diminue la teneur en roténone, déterminée pondéralement. L'extrait chloroformique ne varie pas.

La toxicité diminue de façon significative lorsque les racines ont été desséchées au four ; l'extrait acétonique est en bonne concordance avec les chiffres de toxicité. Le dosage colorimétrique de GROSS et SMITH a tendance à augmenter avec la toxicité. La non-concordance entre le dosage pondéral et la toxicité montre qu'il existe des substances autres que la roténone, qui contribuent à l'action insecticide et sont altérées par le passage au four.

M. RAU.

HAMMER (O.H.). — **The triethanolamine salt of dinitro-o.sec.butylphénol to control certain pest on fruit trees** (Emploi du sel de triéthanolamine du dinitroorthobutyl sec. phénol contre certains ravageurs des arbres fruitiers). *J. econ. entom.*, 42, 380-383, 1949.

Ce produit est efficace contre les Pucerons, les formes libres du Pou de San José et d'autres Cochenilles. Il combat également le Psylle du Poirier et les Araignées rouges, en traitement avant le débourrement. Les doses d'emploi, exprimées en phénol, varient de 70 à 300 g par hl. Dans les applications sur feuillage, le produit est assez phytocide pour le Pommier et le Prunier ; il l'est fortement pour le Pêcher. On envisage de le mélanger à faible dose aux huiles de pétrole, qui seraient employées à raison de 0,25 à 0,50 p. cent.

M. RAU.

CHAPMAN (P.J.) et PEARCE (G.W.). — **Susceptibility of winter eggs of the european red mite to petroleum oils and dinitro-compounds** (Sensibilité des œufs d'hiver de l'Araignée rouge d'Europe aux huiles de pétrole et aux phénols dinitrés). *J. econ. entom.*, 42, 44-47, 1949.

Dans les traitements aux huiles de pétrole, la sensibilité des œufs de *Tetranychus telarius* augmente, lorsqu'on se rapproche de la date de l'éclosion. Ainsi, pour avoir 90 p. cent de mortalité, il faut une concentration de 3 p. cent d'huile si on opère 39 jours avant l'éclosion, alors qu'il suffit de 0,25 p. cent d'huile au début de l'éclosion. On obtient une mortalité presque totale en traitant 6 à 12 jours avant l'éclosion avec 2 p. cent d'huile.

Le dinitro-orthocrésol s'est montré inactif. Un produit contenant 36 p. cent du sel de triéthanolamine du dinitro-ortho-sec. butylphénol, employé à 0,5 p. cent, a donné 97 p. cent de mortalité.

M. RAU.

GEIER (P.) et MATHYS (G.). — **Contribution à la connaissance des conditions d'action de l'acide cyanhydrique (HCN) sur le Pou de San José** (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst.) **en cellules étanches et à pression atmosphérique**. *Ann. agr. de la Suisse*, 50, 543-556, 1949.

Dans des essais au fumigatorium, une concentration de 4 g de CNH (ou 8 g de CN Na) par m^3 pendant 15 mn détruit les formes les plus résistantes du Pou de San José, qui sont les femelles adultes en cours de reproduction. Les larves au premier stade sont tuées à 2,5 g par m^3. Dans la pratique, il est bon de se ménager une certaine marge et on recommande une dose de 5 g de CNH par m^3 pendant 30 mn. Les auteurs préfèrent obtenir les atmosphères par action de l'acide sulfurique sur CN Na.

L'efficacité des fumigations ne varie pas pour les états hygrométriques entre 60 et 100. Au delà de 10 mn la durée du traitement a peu d'action sur l'efficacité. Celle-ci diminue légèrement en fonction de l'encombrement de la cellule. Les conditions les plus défavorables sont : une humidité élevée, une température inférieure à 10°, des insectes prétraités à 4° pendant plusieurs heures. Un prétraitement à 30° semble sensibiliser les Poux. La présence d'un film d'eau ou d'un dépôt terreux sur les plantes ne diminue pas l'efficacité des doses léthales indiquées. En hiver, la concentration de 7,5 g de CNH par m^3, en cellule étanche avec circulation forcée de l'atmosphère, n'a pas d'action nocive pour les plantes.

M. RAU.

WALKER (K.C.). — **Problems relating to the removal of D.D.T. spray residue from apples** (Problèmes relatifs à l'élimination des résidus de D.D.T. sur les pommes). *J. agric. res.*, 78, 383-387, 1949.

Les techniques classiques de lavage ne peuvent être garanties efficaces, lorsqu'elles s'adressent a des échantillons de pommes portant de 5 à 22 mg de D.D.T. par kg. A partir d'une teneur de 10 mg, le dépôt n'est pas ramené à coup sûr au-dessous de la limite tolérée qui est de 7 mg. Les liquides les plus efficaces sont ceux qui contiennent 7 p. cent de silicate de sodium et sont employés à la température de 38°.

Les adjuvants ajoutés aux bouillies agissent de la façon suivante sur les résidus de D.D.T. : l'huile légère de pétrole les augmente, les mouillants du groupe des savons les diminuent, les mouillants du groupe de la caséine sont indifférents. Un arrosage artificiel correspondant à 125 mm de pluie en 24 h, n'enlève pas de quantités significatives de D.D.T. déposé sur les pommes, que la bouillie contienne ou non de l'huile, des savons ou de la caséine.

M. RAU.

LAAKSO (J.W.), JOHNSON (L.H.), MARSH (H.), DIEPHUIS (F.) et DUNN (C.L.). — **Toxaphene residues ou alfalfa** (Résidus de toxaphène sur la Luzerne). *Montana st. coll., Agr. exp. st.*, Bull. 461, 26 p., 1949.

Après traitements de Luzernes par le toxaphène, on a dosé les dépôts initiaux et les résidus, par une méthode dérivée de celle du D.D.T. Le dépôt initial est maximum après les applications d'émulsions dans l'eau ; il est minimum après les poudrages. Les solutions huileuses donnent les résidus les plus persistants. Tant que la plante est sur pied, la diminution du dépôt insecticide est importante : on a noté une perte de 73 p. cent en 31 jours ; après la récolte, la diminution est beaucoup moindre. Les proportions de matière active retrouvée sur le feuillage, relativement aux quantités qu'on a utilisées sont : pour les suspensions aqueuses, 24 p. cent, pour les émulsions dans l'eau, 20 p. cent, pour les solutions huileuses, 14 p. cent, pour les poudres, 7 p. cent.

Des moutons ont été nourris avec de la Luzerne qui avait reçu de 1 à 8 kg de toxaphène par ha. Aucun effet toxique n'a été observé, sauf pour la dose la plus forte qui a provoqué des troubles nerveux de faible durée. L'analyse des tissus d'animaux nourris avec la Luzerne traitée aux doses normales a permis de retrouver dans la graisse de 25 à 300 mg et dans la viande de 1 à 7 mg de toxaphène par kg. Chez les animaux nourris de luzerne traitée à 4 kg par ha, on a retrouvé dans la graisse 700 mg et dans la viande 35 mg de toxaphène par kg. Au bout de 11 semaines, les animaux ont éliminé la presque totalité du produit. M. Rau.

Carter (R.H.), Wells (R.W.), Radeleff (R.D.), Smith (Ch.L.), Hubanks (P.E.) et Mann (H.D.). — **The chlorinated hydrocarbon content of milk from cattle sprayed for control of horn flies** (Teneur en hydrocarbures chlorés du lait de vaches traitées contre les Mouches). *J. econ. entom.*, 42, 116-118, 1949.

Lorsque les vaches ont été traitées par le chlordane, le camphène chloré, et le méthoxy-D.D.T., le passage du chlore organique dans le lait n'est pas certain. Par contre, le chlore du D.D.T. et du D.D.D. (dichlorodiphényldichloréthane) se retrouve dans le lait. Le passage du D.D.T. dans le lait peut être dû à la traite manuelle, au fait que les vaches se lèchent, ou à l'absorption par la peau. M. Rau.

Hafliger (H.). — **Comparative toxicity of various insecticides to the honeybee** (Toxicités comparées de divers insecticides envers l'Abeille). *J. econ. entom.*, 42, 523-528, 1949.

Les D.L. 50 envers l'Abeille, en ingestion, ont été trouvées égales aux valeurs suivantes, par divers insecticides : Arséniate de chaux, 5 γ par Abeille ; isomère γ de l'H.C.H., 0,3 γ par Abeille ; ester thiophosphorique, 0,08 γ par Abeille ; D.D.T., 30 γ à 20° ; 500 γ à 35°. L'isomère γ de l'H.C.H. est donc environ 200 fois aussi toxique que le D.D.T. ; l'arséniate de chaux et l'ester thiophosphorique le sont de 300 à 500 fois.

En combinant ces chiffres de toxicité avec les doses d'emploi agricole, on peut évaluer le danger couru par les Abeilles : c'est « l'indice de danger ». La toxicité du D.D.T. dépend beaucoup de la température. Dans les limites des températures compatibles avec la vie de l'insecte, l'Abeille peut résister à des doses 10 à 20 fois plus fortes qu'aux températures ordinaires du laboratoire. Ceci explique qu'on puisse les empoisonner au laboratoire avec des doses très faibles, alors qu'on ne constate pas de mortalité dans les ruches à la suite des traitements agricoles. M. Rau.

Eckert (J.E.). — **Determining toxicity of agricultural chemicals to honey bees** (Sur la toxicité des composés chimiques à usage agricole envers les Abeilles). *J. econ. entom.*, 42, 261-265, 1949.

Le D.D.T. en traitement de plein champ ne cause pas de grands dommages aux Abeilles. Seul, le traitement des Luzernes en pleine floraison est dangereux. La poudre à 10 p. cent de D.D.T. cause plus de perte que la poudre à 5 p. cent. Les apiculteurs n'ont jamais signalé de perte complète de ruche par le D.D.T. Le chlordane a détruit dans certains cas 20 à 50 p. cent de la population des ruches : les Abeilles introduisent ses vapeurs dans les ruches en les ventilant. Le D.D.D. et le camphène chloré sont relativement inoffensifs, quand on les emploie à doses modérées et en dehors des périodes de floraison. Aucun des insecticides organiques essayés n'a présenté d'action répulsive suffisante envers les Abeilles. Pour établir la diminution de population d'une ruche, un examen attentif est nécessaire avant et après le traitement. M. Rau.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, rue Bergère, Paris. — 2599-4-51.
Le Gérant : François Dunod. — Dépot légal n° 2310. — (2e trim. 1951.

NOUVEAUX ESSAIS DE TRAITEMENT DE LA CARIE DU BLÉ : *TILLETIA TRITICI* (BJERK.) WINT.

PAR

M. LANSADE, J. PONCHET, M. GUNTZ
Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles.

SOMMAIRE

I. — INTRODUCTION

La Carie du Blé appartient au groupe des maladies charbonneuses à infection embryonnaire contre lesquelles on peut se prémunir par la désinfection externe des semences.

Les travaux de B. Prévost (1807) ont fait connaître l'intérêt des sels de cuivre dans le traitement des semences ; le sulfate de cuivre, préconisé dès cette époque, est encore en usage aujourd'hui. Plus tard, de nombreux chercheurs se sont attachés à l'étude de produits très divers, mais aucun ne semblait devoir remplacer le cuivre. L'emploi des composés organo-mercuriques était indiqué en Allemagne en 1914 (1) ; plus près de nous, A. Petit, en Tunisie, G. Arnaud et Mlle Gaudineau, à Versailles, ont poursuivi des recherches sur un grand nombre de composés minéraux ou organiques pour préciser dans le détail les modalités d'emploi des sels de cuivre.

Dans un rapport sur les besoins de l'Agriculture française en

(1) Cité par Tisdale (W.H.) et Taylor (J.W.) (1923).

fongicides, l'Inspecteur Général VEZIN (1946) évaluait les besoins en cuivre, pour 1947, aux chiffres suivants :

Vigne (Métropole)	90 000 t (exprimé en sulfate de cuivre)
Arbres fruitiers	5 000 t
Pommes de terre, cultures légumières, « anticarie ».	15 000 t

En ajoutant un volant de 30 000 t, on estimait la production nécessaire à 140 000 t, soit 35 000 t de cuivre-métal. Dans cette quantité, le traitement de la Carie utiliserait 150 t de cuivre pur ; toutefois, il est probable que ce chiffre atteindrait 250 à 300 t si toutes les semences de blé étaient traitées au cuivre.

Il y aurait intérêt à pouvoir économiser ce contingent.

La pénurie de cuivre, pendant la guerre et la nécessité de le réserver au traitement des Mildious n'ont pas manqué d'accentuer le besoin en produits de remplacement et de mettre dans l'obligation d'y parer en utilisant au mieux le cuivre disponible; aussi les travaux récents sur la désinfection des semences concernent-ils plus particulièrement l'étude des moyens d'économiser le cuivre et la recherche ou la mise au point de fongicides organiques de remplacement.

Le présent mémoire donnera connaissance des résultats acquis dans ce domaine au cours des dernières années ; les éléments qu'il apporte sont groupés dans les chapitres suivants :

Technique et disposition des essais.
Valeur comparée des sels de cuivre employés en poudrage.
Essais de produits organiques de synthèse.
Rôle de la contamination du sol.
Conclusions et résumé.

II. — TECHNIQUE ET DISPOSITION DES ESSAIS

Nous avons suivi la méthode d'essais mise au point à la Station Centrale de Pathologie Végétale par M. ARNAUD et Mlle GAUDINEAU (1929-1930) ; elle utilise un blé d'une variété assez sensible à la Carie, *Bon Fermier*, contaminé artificiellement par des spores de Carie à la dose de 0,4 g par kilogramme de semence. Les grains sont traités par les produits à l'étude, liquides ou poudres, et semés en pleine terre. En règle générale, les traitements par voie humide comportent une immersion de 20 minutes dans un volume de liquide quadruple de celui du grain et les traitements à sec emploient 200 g de poudre pour 100 kg de Blé.

Les parcelles de 2 m² sont répétées deux fois ; la densité des semis correspond à l'emploi de 180-200 kg de semence à l'ha.

A la récolte, tous les épis sont recueillis et dénombrés ; on apprécie l'efficacité des produits en se basant sur les pourcentages d'épis cariés et l'on exige qu'un produit actif ne laisse pas plus de 0,8 p. cent d'épis

malades. D'après les résultats, les produits sont classés selon cette échelle :

0 à 0,8	p. cent d'épis cariés : efficacité	satisfaisante à bonne.
0,9 à 2	— — —	passable, médiocre, faible.
plus de 2	— — —	insuffisante ou nulle.

Les détails des résultats obtenus en 1945-1946, 1946-1947 et 1948-1949 figurent dans les tableaux annexes.

III. — VALEUR COMPARÉE DES SELS DE CUIVRE EMPLOYÉS EN POUDRAGE

Dès 1928, G. Arnaud et Mlle M. Gaudineau estiment que les poudres cupriques ont une efficacité un peu inférieure à celle des solutions mais que, cependant, l'emploi des produits à l'état pulvérulent et, notamment, de l'oxychlorure de cuivre peut donner satisfaction au moins dans le cas de semences peu contaminées ; de nouveaux essais (1930-1931-1932) leur permettent de recommander l'usage du chlorure cuivreux et de l'oxychlorure de cuivre en poudrage.

Simultanément, A. Petit, en Tunisie, a pu mettre en évidence l'inégale efficacité des différents sels de cuivre et définir, pour certains d'entre eux, les concentrations limites d'activité. Pour A. Petit il devenait possible de combattre la Carie en utilisant des doses très faibles de cuivre sous la forme chlorure.

Pendant la guerre, l'industrie s'est inspirée de ces résultats pour préparer des poudres à faible teneur ; les dilutions, souvent poussées à l'excès, ont motivé des observations de la part des utilisateurs. Cet état de choses a décidé de nouvelles recherches sur le sujet.

L'objet des essais était donc de reprendre l'étude de l'un des éléments de la désinfection des semences : la détermination, dans les conditions régionales, de l'efficacité des principaux sels de cuivre employés en poudrage pour en préciser les limites d'efficacité et d'emploi.

Méthodes d'essai, produits étudiés. — Les produits définis, purs, ont été broyés et passés au tamis 200 (diamètre de particules : 10 à 30 μ), puis dilués, par simple mélange, dans une même matière inerte, le talc, d'égale finesse.

Les richesses prévues s'échelonnent entre l'état pur et les teneurs de 4 ou 5 p. cent de cuivre-métal ; dans un essai complémentaire, le talc au chlorure cuivrique a été éprouvé jusqu'à la concentration de 1 p. cent de cuivre. Dans le cas du sulfate (24,8 p. 100 Cu) on a cherché à augmenter la quantité de cuivre en doublant la dose de poudre.

En 1948-49 les dilutions de chlorure cuivrique ont été testées, parallèlement, sur des semences à contamination normale (0,4 g) et à contamination plus forte (1,6 g).

Les sels de cuivre suivants ont été mis en comparaison :

En 1945-1946	Teneur en cuivre
Sulfate de cuivre	24,8 p. cent, à 5 concentrations : 24,8 - 19,8 - 14,8 - 9,9 - 4,9 p. cent Cu.
Sulfate basique de cuivre	50 p. cent, à 3 concentrations : 50 - 35 - 17,5.
Arséniosulfate de cuivre.	25 p. cent, à 2 concentrations : 25 - 12,5.
Chlorure cuivreux	59,4 p. cent, à 9 concentrations : 59,4 - 46,2 - 37,0 - 27,7 - 23,2 - 18,5 - 13,8 - 9,2 - 4,6.
Chlorure cuivrique	37,0 p. cent, à 8 concentrations : 37,0 - 31,2 - 23,4 - 19,5 - 15,6 - 11,7 - 7,8 - 3,9.
Oxychlorure de cuivre.	56,0 p. cent, à 9 concentrations : 56,0 - 47,1 - 37,6 - 28,2 - 23,5 - 18,8 - 14,1 - 9,4 - 4,7.
Carbonate de cuivre...	56,6 p. cent, à 4 concentrations : 56,6 - 28,3 - 16,8 - 5,6.
Chlorsalicylate de cuivre	27,0 p. cent, à 3 concentrations : 27,0 - 20 - 13,5.
Acétylchlorsalicylate de cuivre	13,0 p. cent, à 3 concentrations : 13 - 9,7 - 6,5.
Dithiosalicylate de cuivre	28,0 p. cent, à 3 concentrations : 28 - 21 - 14.
Nitrosalicylate de cuivre	17,0 p. cent, à 2 concentrations : 17 - 8,5.
Dinitrosalicylate de cuivre	19,8 p. cent, à 2 concentrations : 19,8 - 9,9.
En 1946-1947 :	
Sulfate de cuivre monohydraté	35,0 p. cent, à 5 concentrations : 35 - 25 - 15 - 10 - 7,5.
Chlorure cuivrique	37,0 p. cent, à 4 concentrations : 37 - 10 - 5 - 2 - 1.
En 1948-1949 :	
Acétate de cuivre	31,5 p. cent, à 6 concentrations : 31 - 25 - 20 - 15 - 10 - 5.
8-hydroxyquinoléate de cuivre	18,0 p. cent, à 6 concentrations : 18 - 15 - 13 - 10 - 8 - 5.
Chlorure cuivrique	37,0 p. cent, à 5 concentrations : 20 - 15 - 10 - 8 - 5.

Résultats :

a) *Sels minéraux* (*fig.* 1).

Le sulfate de cuivre ordinaire ne supporte pas la dilution ; étendu à 20 p. cent de cuivre, l'essai accuse déjà plus de 2 p. cent d'épis cariés ; si l'on devait l'employer sous cette forme, il y aurait lieu d'augmenter la dose de produit par quintal de semence.

Le *sulfate monohydraté* (35 p. cent Cu) et le *sulfate basique* (50 p. cent Cu) ne donnent également satisfaction qu'à partir de 20-25 p. cent de cuivre.

L'*arséniosulfate*, même à l'état pur (25 p. cent Cu), se montre inférieur au sulfate.

Le *chlorure cuivrique* garde une bonne activité jusqu'à la richesse 8 p. cent de cuivre et pour une contamination quatre fois plus forte, sa limite inférieure d'efficacité se trouve à peine modifiée.

Le *chlorure cuivreux*, un peu moins efficace que le chlorure cuivrique, assure cependant une bonne protection jusqu'à une teneur comprise entre 14 et 18 p. cent de cuivre.

L'*oxychlorure de cuivre*, en poudrage, emploierait 25 à 30 p. cent de cuivre.

En 1945-1946, le *carbonate de cuivre* s'est montré très inférieur aux autres sels ; les parcelles traitées par le produit pur (56,6 p. cent Cu) renferment en effet 9,2 p. cent d'épis cariés, contre 44,2 et 49,6 dans les

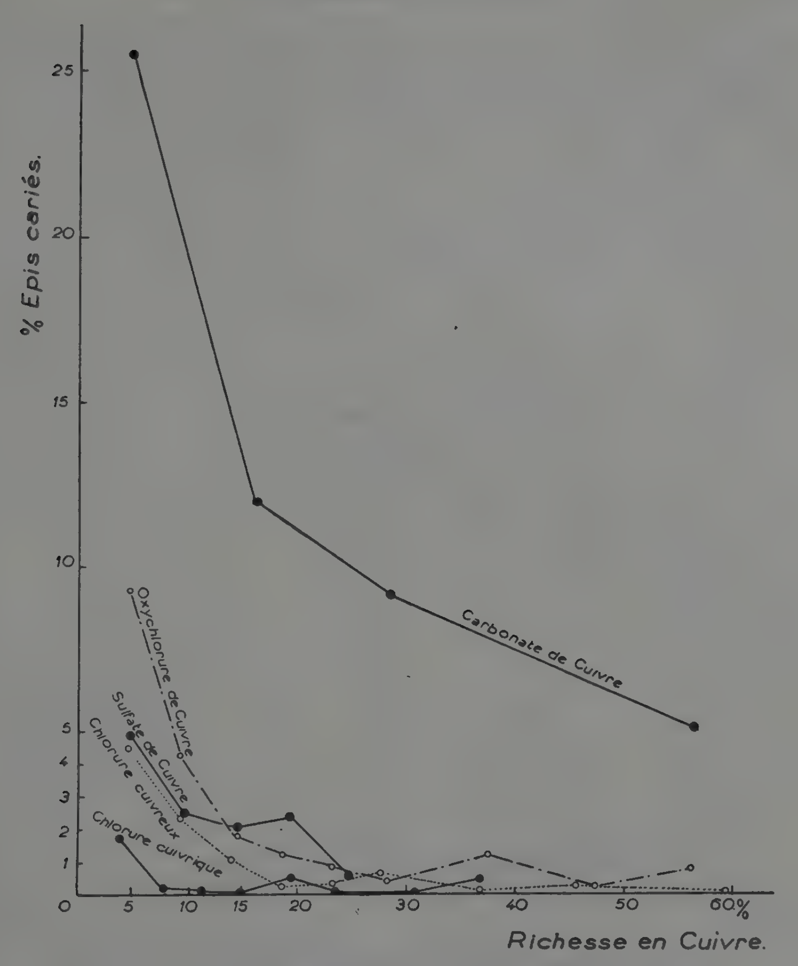


FIG. 1. — Valeur comparée des sels de cuivre employés en poudrage.

témoins, chiffres comparables à ceux obtenus en Suisse par RAPIN J. (1946) ; en 1948-1949, dans des conditions moins favorables au développement de la Carie, les carbonates de cuivre se sont mieux classés.

b) *Sels organiques* :

L'*acétate de cuivre*, ou verdet, comme le carbonate devrait être employé à l'état pur et les poudres dans la constitution desquelles il entre devraient contenir au moins 30 p. cent de cuivre.

Plusieurs *dérivés cupriques de l'acide salicylique* ont fait l'objet d'essais ; l'efficacité de l'acide salicylique laissait supposer que les

dérivés cupriques présenteraient un intérêt. En fait, bon nombre d'entre eux se révèlent insuffisants même à l'état pur : *chlorsalicylate de cuivre, acétylchlorsalicylate de cuivre, dithiosalicylate de cuivre.*

Le *nitrosalicylate* et le *dinitrosalicylate de cuivre* se révèlent plus actifs et le premier pourrait être employé à l'état pur (17 p. cent Cu).

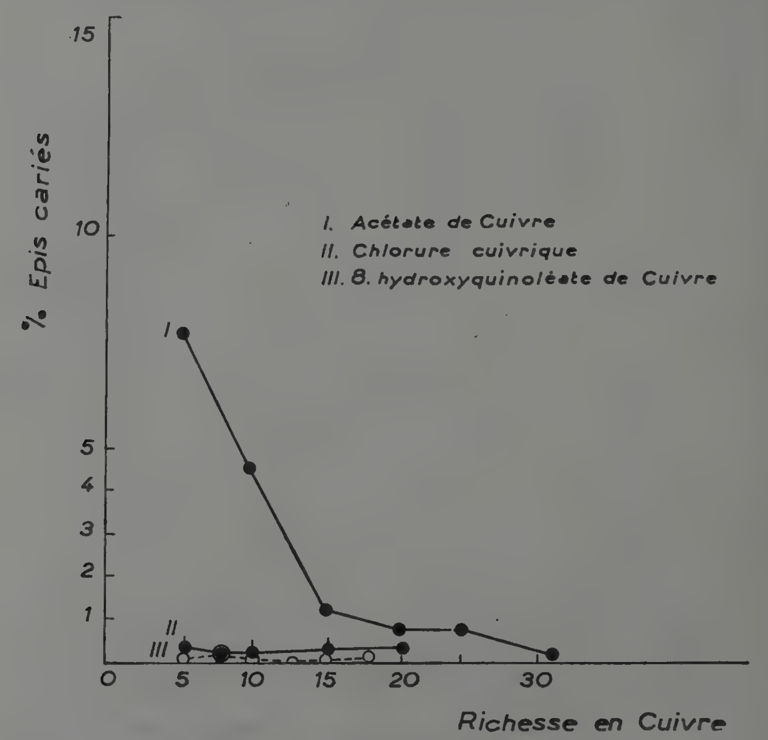


Fig. 2. — Efficacité de l'acétate et du 8-hydroxyquinoléate de cuivre.

Powell (D.) (1946), aux Etats-Unis, a signalé l'intérêt du 8-*hydroxyquinoléate* de cuivre dans le traitement des arbres fruitiers ; expérimenté en 1948-1949 contre la Carie du Blé, ce sel organique a montré la même activité que le *chlorure cuivrique* auquel il était comparé (*fig.* 2) ; comme ce dernier, il peut être dilué jusqu'à la teneur 7-9 p. cent de cuivre et paraît devoir présenter des avantages d'ordre technique : non hygroscopique, il se prête à la préparation d'une poudre fine et n'attaque pas les métaux.

Si dans l'ordre de classement des sels minéraux, l'efficacité paraît bien liée à la solubilité, la règle se trouve en défaut dans le cas du

quinoléate de cuivre, sel neutre, insoluble dans l'eau ; il devient nécessaire d'invoquer un mode d'action propre au radical hydroxyquinoléine (ZENTMYER G.A., 1943) ou d'admettre que la molécule, très active, agit en bloc sur la spore de Carie.

c) *Conclusion* :

Le classement des sels de cuivre, comparés à égalité de métal, correspond dans son ensemble à celui proposé par PETIT. On constate, en effet, la supériorité de la forme *chlorure*, l'égalité du *sulfate* et des *oxychlorures*, l'infériorité fréquente du *carbonate* et des *sels organiques* ; le 8-*hydroxyquinoléate* fait exception.

Se basant sur ces résultats, il a pu être demandé que les produits commerciaux en poudre aient des teneurs minima suffisantes et qu'à la dose limite, une marge de sécurité soit ajoutée. Il serait souhaitable que les formules simples répondent aux normes suivantes :

TABLEAU I

Normes proposées pour les poudres cupriques.

Produits de base	Teneur des poudres en cuivre (p. cent)	Richesse des poudres en produits de base	Dépense en cuivre, en g, pour traiter 100 kg de Blé (Chiffres arrondis)
Formules à base de :			
Sulfate de cuivre	24-25	100	50
Chlorure cuivreux	18	30	35-40
Chlorure cuivrique	12-13	32-35	25
Oxychlorure de cuivre	28-30	50-53	60
Carbonate de cuivre	56,6	100	110
Acétate de cuivre	30	95	60
8-hydroxyquinoléate de cuivre	10-11	55-60	20-25
Nitrosalicylate de cuivre	17	100	35

IV. — ESSAIS DE PRODUITS ORGANIQUES DE SYNTHÈSE

A. — Dérivés du benzène.

L'intérêt des dérivés substitués halogénés ou nitrés du benzène dans le traitement de la Carie (1) est apparu en 1931, époque à laquelle certains composés appartenant à ce groupe ont fait l'objet de brevets de fabrication en Allemagne et aux Etats-Unis (2).

En France, les travaux sur l'emploi des dérivés du benzène ont été repris en 1942-1943 ; YERSIN, CHAUMETTE, BAUMANN et LHOSTE (1945) ont reconnu l'efficacité de l'hexachlorobenzène contre la Carie. D'autres essais plus étendus ont été réalisés à Versailles en 1944-1945

(1) On sait que les dérivés d'addition du benzène renferment des insecticides remarquables.

(2) Le premier brevet de fabrication est le D.R.P. 529-665 de la I-G publié le 16 juillet 1931. Tous les autres brevets relatifs à l'hexachlorobenzène ont été pris par la I.G. en Allemagne, en France ou aux Etats-Unis.

et 1948 ; ils se rapportent aux dérivés substitués chlorés : *orthodichlorobenzène, paradichlorobenzène, trichlorobenzène, tétrachlorobenzène, pentachlorobenzène, hexachlorobenzène* et au dérivé chloré et nitré, *pentachlornitrobenzène* (*fig.* 3 et 4).

L'activité de ces composés appelle plusieurs remarques :

1° L'efficacité des dérivés substitués halogénés augmente avec le nombre des atomes de chlore dans la molécule ; l'*hexachlorobenzène*,

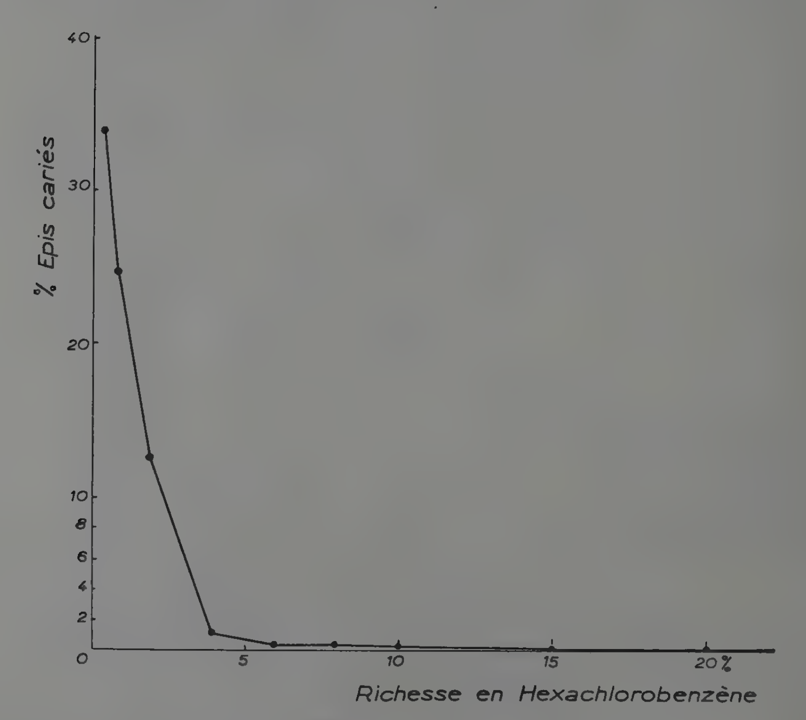


Fig. 3. — Efficacité de l'hexachlorobenzène.

C^6Cl^6, est le plus actif ; son efficacité est plus grande que celle du chlorure cuivrique puisque pour une teneur de 5 à 6 p. cent de matière active il assure la même protection qu'une poudre à 20-22 p. cent de chlorure cuivrique (7,5 à 8 p. cent de cuivre).

L'efficacité baisse avec la richesse en chlore ; le pentachlorobenzène garde encore une efficacité suffisante à la concentration de 50 p. cent ; elle décroît ensuite rapidement, cependant, la présence de ce corps en faible quantité dans l'hexachlorobenzène n'atteindrait pas sensiblement la valeur de ce dernier.

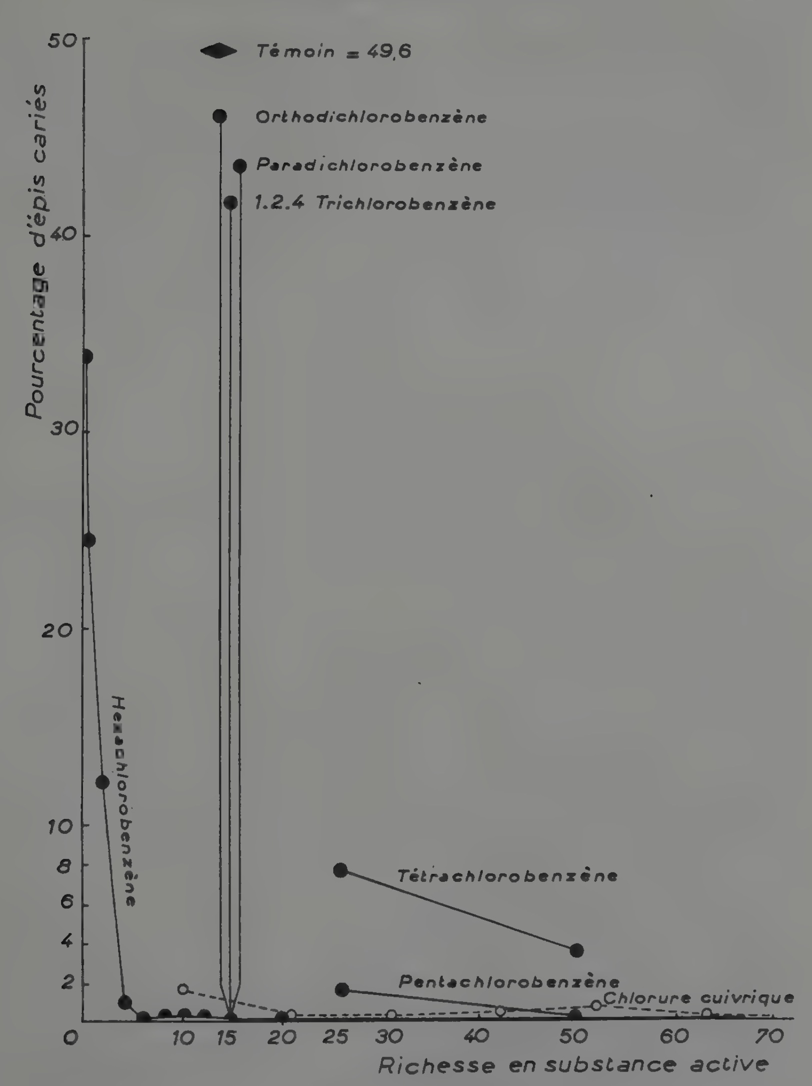


FIG. 4. — Efficacité comparée des polychlorobenzènes et du chlorure cuivrique.

2° Les autres dérivés moins halogénés ont une efficacité insuffisante ou nulle.

3° Le *pentachlornitrobenzène* a une activité voisine de celle de l'hexachlorobenzène quoique un peu plus faible (*fig.* 5). La substitution d'un groupement NO^2 abaisse moins l'efficacité que la suppression d'un

ion *chlore* dans la molécule d'hexachlorobenzène. Le rôle du groupement nitrique est donc moins important que celui de l'ion Cl.

Si l'on considère que l'hexachlorocyclohexane, produit d'addition, est inactif sur la spore de Carie, il vient à l'idée que le noyau du benzène joue un rôle important et que la toxicité pour la spore de Carie est liée à la forme hexasubstituée.

Actuellement, les dérivés du benzène nous offrent deux produits pour traiter la Carie, l'*hexachlorobenzène*, qui a fait ses preuves et le *pentachlornitrobenzène*.

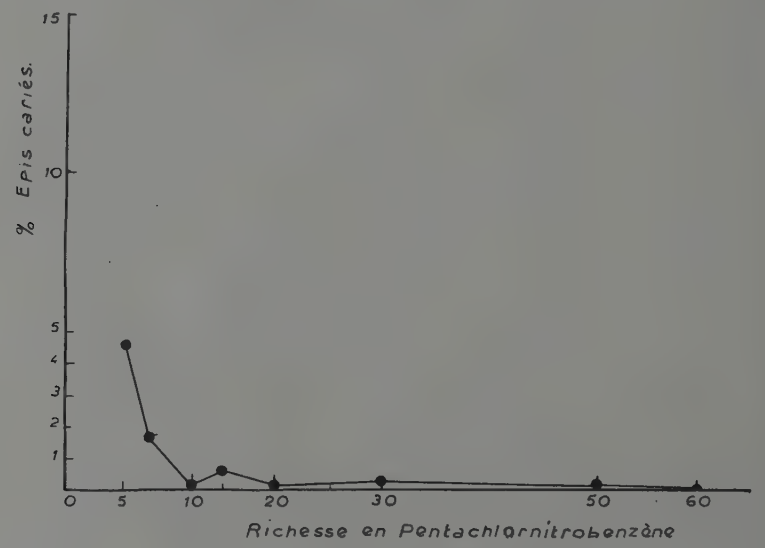


Fig. 5. — Efficacité du pentachlornitrobenzène.

L'hexachlorobenzène est utilisable en poudrage et se prête à la préparation de poudres mouillables très fines (particules de 2 à 4 μ) ; employé en traitement humide, par trempage ou par aspersion, il a également donné satisfaction ; la concentration limite efficace des suspensions est de l'ordre de 2 p. mille de produit pur.

Il apparaît possible de traiter les semences avec une poudre riche (50 p. cent d'hexachlorobenzène) à dose faible (50 g pour 100 kg de blé).

B. — Dérivés organomercuriques.

Une gamme très variée de ces composés a été proposée à l'homologation. On retiendra notamment des produits à base de chlorure ou de silicate de méthoxyéthylmercure (3,5 et 1,5 p. cent Hg), un chlorure d'éthylmercurethiourée (1,5 p. Hg), des dérivés à base d'acétate de phénylmercure et de chlorure d'éthylmercure (1 p. cent Hg).

Un mélange d'iodure d'éthoxyéthylmercure 1,3 p. cent Hg) et de chlorure d'éthoxypropylmercure (1 p. cent Hg) s'est montré très actif. Enfin, une formule originale, liquide, à base d'alcoylhydroxymercure, utilisée à la dose très faible de 200 cc par hl de blé, a donné des résultats appréciables.

Il semble que la teneur de 1,5-2 p. cent de mercure soit une limite. Les différences d'efficacité entre les formules apparaissent plus nettement dans les tests sur le Charbon de l'Avoine (*Ustilago Avenae*), mais la grande diversité des combinaisons proposées ne permet pas de se faire une idée précise sur les produits organomercuriques à préconiser en général. On peut seulement dire que ce groupe renferme des produits efficaces mais dont l'emploi implique de grandes précautions.

C. — Composés divers.

Le travail de sélection de produits actifs sur la Carie comporte, en principe, deux essais successifs, une épreuve de laboratoire, une épreuve au champ ; cette dernière est seule décisive.

a) **Essais de laboratoire.** — L'épreuve de laboratoire permet un premier choix. L'essai vise à mettre en évidence la perte ou la persistance de la faculté germinative des spores qui viennent d'être traitées ; elle fait abstraction de l'effet du produit sur les sporidies et l'on admet implicitement qu'un corps actif doit tuer la spore elle-même. Il est de fait que les fongicides doués d'une efficacité pratique empêchent la spore de germer et l'on ne connaît pas de produits qui n'affectant pas la spore se soient montrés efficaces dans la pratique.

Les techniques de laboratoire appliquées à la recherche de produits contre la Carie sont nombreuses ; certaines tendent à contrôler l'action des produits sur les grains de blés contaminés (méthodes de KUHL, de WINKELMANN, de NAGEL, de GASSNER [1] ; d'autres, plus précises, portent sur la détermination des doses léthales pour la spore de Carie (Commitee on standardization of fungicidal Tests, 1943) ; dans l'étude d'une série de produits en poudre, nous avons adopté une technique dont la précision est intermédiaire.

A la surface tassée et lisse d'une boîte de Pétri de 90 mm de diamètre, remplie aux 3 /4 de sable humide (sable 500 ; eau 70), on disperse successivement, au moyen de poudreuses de laboratoire, 200 mg de spores de Carie et 400 mg, de la poudre à essayer ; on humecte ensuite la surface avec un pulvérisateur en répandant 1,5 cc. d'eau.

Une méthode plus précise qui permettrait de répandre exactement les mêmes quantités relatives de spores et de poudre pourrait utiliser un système de projection sous une cloche à vide ; il ne paraît pas indispensable, cependant, d'y recourir si l'on sait que les produits très efficaces comme l'hexachlorobenzène empêchent la germination à

[1] Méthodes indiquées par DETROUX L. (1946).

toutes les concentrations comprises entre l'état pur et la richesse 4 à 5 p. cent. Quand l'opérateur a étalonné sa technique sur des produits connus, les quantités relatives de spores et de poudre qu'il dissémine à la surface du sable ne varient pas dans une aussi large mesure et les produits se distinguent bien par leur efficacité.

La boîte de Pétri est fermée par son couvercle dans le fond duquel on applique un buvard humide. On place les boîtes en incubation en maintenant le buvard gorgé d'eau.

Au bout de 6, 8 et 12 j, on examine la germination au microscope, au grossissement 400, en éclairage oblique ; les promyceliums dressés, garnis de leur aigrette, se détachent brillamment éclairés sur le fond plus sombre des grains de sable.

Les spores touchées par un produit actif demeurent inertes ; selon l'abondance ou la rareté des germinations, il est possible de juger d'un effet partiel mais on ne retient que les produits ou les concentrations qui ont une action complète.

La technique a été appliquée à l'étude de 40 produits organiques préparés par le Centre d'Etudes du *Bouchet* (Seine-et-Oise).

Tous les composés ont été testés aux concentrations 20-10 et 5 p. cent dans le talc ; les plus actifs ont été éprouvés à la concentration 2,5 p. cent.

Les résultats sont groupés dans un tableau où sont indiquées par le signe +, en regard des produits, les concentrations qui ont empêché la germination des spores.

Les molécules actives à dose faible sont peu nombreuses ; parmi plusieurs *carbamates* de *cadmium*, de *cuivre* ou de *zinc*, les *sels de cadmium* se sont montrés les plus actifs ; le *phénydithiocarbamate*, le *xylydithiocarbamate* et le *méthyldithiocarbamate de cadmium* ont été retenus. Plusieurs *chloracétamides*, liées à des chaînes linéaires ou à des noyaux cycliques, et le *tétraméthylthiurametétrasulfure* se sont montrés également efficaces. Il convenait de soumettre ces produits à l'épreuve de plein champ.

b) **Essais au champ.** — Les produits reconnus actifs à la suite des essais de laboratoire ont été expérimentés au champ en 1946-1947 et 1948-1949.

Les *sels organiques de cadmium* ont été comparés au *sulfate* de *cadmium*, à égalité de cadmium. Aucun d'eux ne s'est révélé supérieur au sulfate de *cadmium* ; le plus intéressant serait le *méthyldithiocarbamate de cadmium* avec 1,5 à 2 p. cent de Carie pour la concentration 30-40 p. cent de matière active.

Les *chloracétamides*, non plus, n'ont pas donné entière satisfaction ; la meilleure de ce groupe, la *méthylchloracétamide* a donné des résultats passables en 1948-1949, mais sa nocivité pour la semence se manifeste déjà à la concentration 20 p. cent ; la *méthylolchloracétamide* est encore plus nocive pour le blé.

TABLEAU II

Action des produits organiques sur la Carie du Blé.

(Essai de laboratoire.)

Nos	Noms des Composés	Efficacité aux dilutions :			
		20 p. cent	10 p. cent	5 p. cent	2,5 p. cent
	1. *Dérivés des acides thiocarbamiques.*				
359	Méthyldithiocarbamate de cuivre.	+	—	—	
363	Méthyldithiocarbamate de zinc..	+	+	—	
355	Méthyldithiocarbamate de cadmium	+	+	±	
356	Diméthyldithiocarbamate de cadmium	+	—	—	
358	Phényldithiocarbamate de cuivre.	+	—	—	
361	Phényldithiocarbamate de zinc..	+	—	—	
353	Phényldithiocarbamate de cadmium	+	+	±	
362	Xylyldithiocarbamate de zinc...	—	—	—	
354	Xylyldithiocarbamate de cadmium	+	+	—	
357	Trithioallophanate de cuivre ...	—	—	—	
360	Trithioallophanate de zinc	+	—	—	
352	Trithioallophanate de cadmium.	+	—	—	
492	Ethylènediaminodithiocarbamate de cuivre	—	—	—	
493	Ethylènediaminodithiocarbamate de zinc	±	—	—	
494	Ethylènediaminodithiocarbamate de cadmium	—	—	—	
901	Ethylènediaminodithiocarbamate de fer		—	—	
902	Ethylènediaminodithiocarbamate de plomb		—	—	
903	Ethylènediaminodithiocarbamate de manganèse		—	—	
900	Ethylènediaminodithiocarbamate d'aluminium		—	—	
	2. *Dérivés du benzène et du naphtalène.*				
369	2-6-dinitro-1-sulfocyano-4-chlorobenzène	—	—	—	
519	Chlorobenzèneméthylolchloracétamide	+	+	+	±
523	α-Naphtolméthylolchloracétamide	+	+	+	±
521	α-Naphtolméthyloltrichloracétamide	—	—	—	
	3. *Amides.*				
525	Chloralurée	+	±	—	
526	Dichloralurée	—	—		
837	Méthylolchloracétamide	+	+	+	±
904	Méthylolbischloracétamide	+	+	+	+
838	Méthyloltrichloracétamide	+	+	+	—
905	Méthylolbistrichloracétamide ...		—	—	
	4. *Sels de l'acide sulfanilique.*				
367	Sulfanilate de cuivre	+	—	—	
	5. *Dérivés du dithiane.*				
364	Disulfone du dithiane	—	—	—	
365	Disulfoxyde du dithiane	—	—	—	
366	Trithiane....................	—	—	—	
	5. *Sulfures de thiurame.*				
495	Tétrasulfure de diphénylthiurame	—	—	—	
496	Tétrasulfure de tétraméthylthiurame	+	+	±	—
497	Tétrasulfure de diphényldiméthylthiurame	—	—	—	
498	Tétrasulfure de diéthylènediaminothiurame	—	—	—	
	6. *Benzoylacétones.*				
639	Benzoylacétone	—	—	—	
641	Benzoylacétonate de cuivre (16,1 p. cent Cu)	—	—	—	
640	Benzoylacétonate de zinc	—	—	—	

La *chlorobenzèneméthylolchloracétamide* et l'*α-naphtolméthylolchloracétamide* ont une valeur très inférieure à celle de l'*hexachlorobenzène*.

Le *tétrasulfure de tétraméthylthiurame* a été étudié en 1946-1947 et 1948-1949 ; efficace à dose forte (*fig.* 6), son emploi impliquerait des poudres très riches dosant au moins 75-80 p. cent de produit pur.

Les mêmes composés organiques ont déjà fait l'objet d'études dans un autre domaine ; KOVACHE, RAUCOURT, FICHEROULLE et MOREL

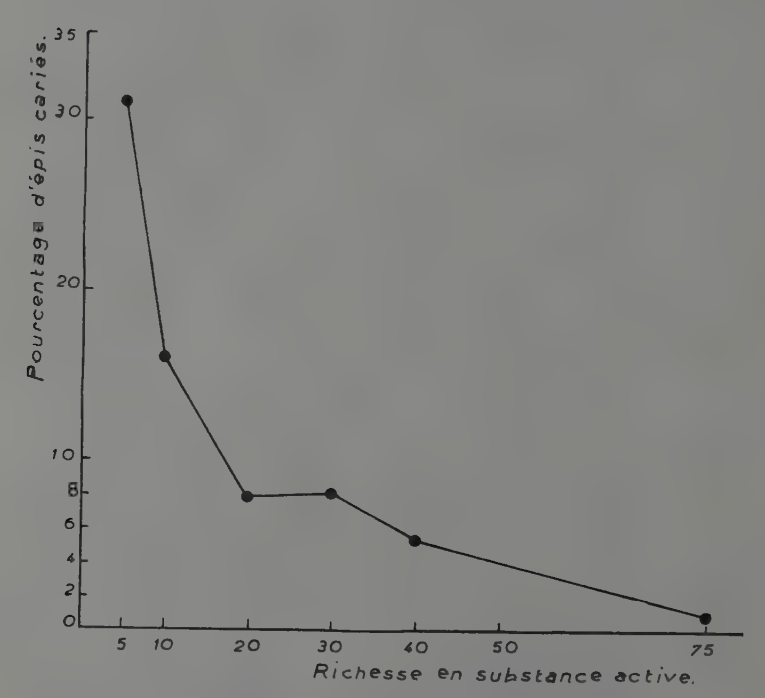


FIG. 6. — **Efficacité du tétrasulfure de tétraméthylthiurame.**

(1947), à la suite d'essais réalisés en serre, ont signalé plusieurs molécules actives sur le Mildiou de la Vigne. Ce ne sont généralement pas celles qui se montrent toxiques pour la spore de Carie ; quelques-unes seulement, actives sur le Mildiou, ont montré une efficacité faible sur la Carie ; ce sont le plus souvent des sels de cuivre : *phényldithiocarbamate de cuivre*, *méthyldithiocarbamate de cuivre*, *sulfanilate de cuivre*, par contre le *tétrasulfure de tétraméthylethiurame* et quelques *dérivés du benzène*, qui n'avaient pas eu d'effet sur le Mildiou, ont agi sur la Carie.

V. — ROLE DE LA CONTAMINATION DU SOL

Les cas précis d'infection des blés dans les sols contaminés par les spores de Carie sont rares ; on cite couramment des emplacements de meules où, après le battage de la récolte, le terrain est resté infesté pendant de nombreuses années.

Le problème se pose actuellement avec l'extension des moissonneuses-batteuses.

Les spores de Carie ont une longévité qui dépasserait 15 ans ; pourtant, lorsqu'elles sont conservées au laboratoire, leur vitalité baisse assez vite et disparaît à peu près complètement au bout de 5 ans ; placées dans la terre, elles sont appelées à germer dans des délais relativement courts et il est peu probable que les sporidies puissent vivre longtemps en dehors de l'hôte. Par contre, on admet que les grains cariés entiers peuvent demeurer à l'état latent pendant une durée beaucoup plus longue.

On réussit sans difficultés à infecter des blés et l'on obtient des attaques très fortes en contaminant le sol au moment du semis. En 1945-1946, on a comparé dans ces conditions quelques lots de semences traitées au moyen de produits actifs sur la Carie. Le but de l'essai était de vérifier l'efficacité de la désinfection des grains en face d'une contamination venant du sol.

Les résultats ont été négatifs ; aucun des traitements, même lorsqu'ils laissaient un dépôt de matières actives à la surface du grain, n'a protégé les plantules ; il conviendrait cependant d'étudier d'autres produits.

TABLEAU III

Semis de grain traité en sol contaminé.

Nature des traitements	Epis sains	Epis cariés	P. cent épis cariés
Témoin : grain contaminé, non traité, sol non infecté (5 parcelles)	**2 208**	**2 132**	**49,1**
Témoin : grain contaminé, non traité, sol contaminé (1 parcelle)	**402**	**490**	**54,9**
Sol contaminé : grain traité à la bouillie bordelaise à 2 p. cent, caséinée, trempage 20 min	**482**	**488**	**50,3**
Sol contaminé : grain traité au formol à 0,25 p. cent, trempage 20 min	**386**	**587**	**60,3**
Sol contaminé : grain traité au carbonate de cuivre pur (56,6 p. cent Cu), poudrage à 200 g par 100 kg	**375**	**563**	**60,0**

Si la contamination du sol devenait un élément important du problème de la lutte contre la Carie, on ne disposerait, sans doute, que de mesures préventives pour y parer.

Les *sulfamides* et les *crésylols* ont une marge de sécurité négative qui paraît en interdire l'usage.

Les *sels de manganèse* (carbonate, sulfate) sont dépourvus d'efficacité contre la Carie du blé.

VI. — CONCLUSIONS ET RÉSUMÉ

Pour traiter la Carie du blé, on dispose maintenant d'une gamme assez étendue de fongicides très actifs ; ce sont les *sels de cuivre*, le *formol*, les *produits organomercuriques*, les *dérivés du benzène*, les *dérivés de la quinoléine*, éventuellement l'*acide salicylique* et le *tétrasulfure de tétraméthylthiurame* [1].

Les recherches poursuivies ces dernières années ont apporté des précisions sur les limites d'emploi de produits déjà connus ; elles ont attiré l'attention sur plusieurs composés organiques de synthèse susceptibles de remplacer les sels de cuivre.

La comparaison des *différents sels de cuivre* a permis de chiffrer les limites inférieures de dosage auxquelles les formules commerciales devraient répondre et, récemment, la Commission d'Homologation des produits antiparasitaires a tablé sur les résultats pour interdire la vente des produits à dosage trop faible et des formules qui entraînent une dépense excessive en cuivre.

Le 8-*hydroxyquinoléate de cuivre* a montré une efficacité comparable à celle du chlorure cuivrique.

Le *formol* est actif à la concentration de 0,25 p. cent. Il devient dangereux pour le blé à partir de 1 p. cent.

[1] Liste de produits essayés contre la Carie de 1943 à 1949 :

I. *Produits efficaces* (moins de 0,8 p. cent d'épis cariés).

8-hydroxyquinoléate de cuivre (18 p. cent Cu).
Nitrosalicylate de cuivre (17 p. cent Cu).
Hexachlorobenzène.
Pentachlornitrobenzène.

II. *Produits d'efficacité moyenne* (2 à 3 p. cent d'épis cariés).

Acide salicylique.
Acide chlorsalicylique.
Acide acétylchlorsalicylique.
Acide dithiosalicylique.
Chloronaphtol.
Ethylxanthate de zinc.
Méthyldithiocarbamate de cadmium.
Méthylolchloracétamide.
Orthophénylphénate de soude.
Sels de quinoléine.
Pentachlorobenzène.
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame.
Thiocarbanilide.
Trioxyméthylène.

III. *Produits d'efficacité insuffisante ou nulle.*

Anhydroformaldéhyde p. toluidine.
α-Naphtolméthylolchloracétamide.
Benzoylacétone.
Benzoylacétonate de cuivre.
Benzoylacétonate de zinc.
Chloramine T (sodium toluène parasulfone chloramide).
Chlorobenzèneméthylolchloracétamide.
Dichlororésorcine.
Dinitrocyclohexylphénol.
Dinitrocyclohexylphénate de calcium.
Dinitrocyclohexylphénate de potassium.
Dinitrocyclohexylphénate de sodium.
Diphénylamine.
2-4-diaminodiphénylamine.
Ethylxanthate de potassium.
Isopropyixanthate de sodium.
Hexachlorocyclohexane.
Manganèse (carbonate, sulfate).
Mercaptobenzothiazol.
Orthodinitrocrésol.
Oxychloronaphtoquinone.
Paradichlorobenzène.
Paraminobenzènesulfamide.
Permanganate de potassium.
Phenothiazine.
Sulfonitrophénylester.
Tétrachlorobenzène.
Tétraméthyldiaminophénylméthane (oxalate).
Trichloraniline.
Trichlororésorcine.
Trichlorotrinitrobenzène.

Les *composés organomercuriques*, fongicides polyvalents comme le formol, ont une valeur indiscutable mais leur marge de sécurité est étroite et leur emploi demande des précautions.

L'*hexachlorobenzène*, répandu depuis peu, a donné satisfaction. Les poudres à 12-15 p. cent de matière active ont une teneur suffisante ; des poudres mouillables, à particules très fines, permettent les traitements par voie humide. L'hexachlorobenzène est un spécifique de la Carie.

Le *pentachlornitrobenzène* possède une efficacité voisine de celle de l'hexachlorobenzène.

Les *sels de quinoléine* (sulfate neutre d'orthooxyquinoléine) ont donné lieu à la préparation de quelques formules intéressantes.

L'acide salicylique et le *tétrasulfure de tétraméthylthiurame* seraient utilisables.

Reçu le 24 *avril* 1950.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME. — The slide-germination method of evaluating protectant fungicides. The American Phytophathological Society, Committee on Standardization of Fungicidal Tests. *Phytopathology*, XXXIII, 627-632, 1943.

ANONYME. — Report of the Science Service. *Dominion Department of Agriculture*, Ottawa Canada, p. 49, mars 1948.

ABIUSSO (N.C.). — Microensayos de fungicidas en el laboratorio. *Publ. Misc. Minist. Agri., B. Aires*, Ser. A, IV, 39, 35 p., 5 fig., 2 graph., 1948. R.A.M., XXVII, p. 434, 1948.

ARNAUD (G.). — Essais de traitement de la Carie du Blé. *C.R. Acad. Agriculture de France*, XV, p. 844, 1929.

ARNAUD (G.) et GAUDINEAU (Mlle). — Le traitement de la Carie du Blé. *C.R. Acad. Agriculture de France*, XVI, p. 1029, 1930.

ARNAUD (G.) et GAUDINEAU (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé. *Annales de la Science Agronomique*, 75 p., 5 fig., novembre-décembre 1929 et janvier-février 1930.

ARNAUD (G.) et GAUDINEAU (Mlle M.). — Le traitement de la Carie du Blé. II. *Annales Agronomiques*, p. 61-81, 4 fig., janvier-février 1931.

ARNAUD (G.). — La Carie du Blé. Questions d'hier et d'aujourd'hui. *C.R. Acad. Agriculture de France*, 1er septembre 1943 et *Annales des Epiphyties*, N.S., X, p. 1-9, 1944.

ARNAUD (G.). — L'approvisionnement en produits anticryptogamiques (sulfate de cuivre, soufre) de la viticulture française pour 1945. *C.R. Acad. Agriculture de France*, XXXI, 1, p. 55, 1945.

DAVY (R.H.). — Further evidence of the fungicidal value of Spergon. *Plant Dis. Reptr.*, XXVI, 7, p. 162-163, 1942. R.A.M., XXI, p. 515, 1942.

DETROUX (L.). — Sur une méthode d'essai en laboratoire des désinfectants à sec pour semences. *C.R.* 1er *Congrès Inter. Phytopharmacie*, p. 511-517, Louvain 1946.

FÉLIX (E.L.). — Tétrachloro-para-benzoquinone, an effective organic seed protectant. *Phytopathology*, XXXII, 1, p. 4, 1942.

GAUDINEAU (M.). — Le traitement des semences contre la Carie du Blé. *Journal d'Agriculture pratique*, nº 39, p. 221, 26 septembre 1936.

HENRY (A.W.). — On the value of Spergon for seed Treatment in small-grain crops. *Phytopathology*, XXXIII, p. 332-333, 1943.

HENRY (B.W.), WAGNER (E.C.). — A rapid method of testing the effect of fungicides on fungi in culture. *Phytopathology*, XXX, 12, p. 1047-1049, 1 fig., 1940.

HOPPE (P.E.). — Seed treatment with mercury dusts injurious to corn with mechanical injuries near embryo. *Phytopathology*, XXXVIII, 1, p. 82, 1 fig.,, 1948.

KOWACHE (A.), RAUCOURT (M.), FICHEROULLE (H.), MOREL (G.). — Recherches sur les propriétés fongicides de certains composés organiques. *Annales des Epiphyties* (N.S.), t. 13, p. 67-81, 1947.

LANSADE (M.). — Essais de lutte contre la Carie du Blé, *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. en 1943 et 1944. *Annales des Epiphyties*, t. 11, p. 177-189, 1945.

LANSADE (M.). — Essais de lutte contre la Carie du Blé. *C.R. Acad. Agriculture de France*, t. 32, p. 85, 30 janvier 1946.

LANSADE (M.). — Sur l'efficacité de quelques produits contre la Carie. *C.R. Acad. Agriculture de France*, t. 34, p. 162, 11 février 1948.

LANSADE (M.). — Sur l'efficacité et l'emploi des polychlorobenzènes dans le traitement de la Carie du Blé. *Parasitica*, t. V, nº 1, p. 1-4, 1 fig., 1949.

LEUKEL (R.W.), NELSON (O.A.). — The use of chlorine gas as a seed disinfectant. *Circ. U. s. Dep. Agric.* 576, 16 p. 1 diagr., 1940.

LHOSTE (J.). — Les inconvénients du formol dans le traitement des semences. *C.R. Acad. Agriculture de France*, t. 32, p. 106, 1946.

LOWTHER (C.V.). — Low temperature as a factor in the germination of dwarf bunt chlamydospores. *Phytopathology*, XXXVIII, 4, p. 309-310, 1938.

Mc CALLAN (S.E.A.). — Dithiocarbamate fungicides. *Agr. Chemicals*, 1, 7, p. 15-18, 55, 2 fig., 1946. R.A.M., XXVI, p. 346, 1947.

PETIT (A.). — Traitement de la Carie du Blé au moyen de faibles doses de cuivre. Résultats d'une étude systématique. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entom. Agricole*, octobre 1928.

PETIT (A.). — Valeur de différents composés cupriques essayés au point de vue de l'action anticryptogamique vis-à-vis de la spore de Carie. *C.R. Acad. Agriculture de France*, 30 avril 1930.

POWELL (D.). — Copper 8-quinolinolate, a promising fungicide. *Phytopathology*, XXXVI, 7, p. 572-573, 1946.

RAPIN (J.). — Essais de lutte contre la Carie du Froment (*Tilletia tritici*). *Revue Romande Agric.*, etc., 8, p. 65-66, 1946. (R.A.M. XXVI, p. 11, 1947.)

RAUCOURT (M.) et BÈGUE (H.). — Travaux français sur les produits phytopharmaceutiques. *C.R. 1er Congrès Inter. Phytopharmacie*, Louvain, p. 585-600, 1946.

TAYLOR (C.F.), RUPERT (J.A.), LEACH (J.G.). — Tétraméthylthiuram disulfide and ferric dimethyldithiocarbamate as seed protectants on vegetables. *Phytopathology*, XXXIII, p. 14, 1943.

TISDALE (W.H.), TAYLOR (J.W.). — Organic mercury seed disinfectants. *Phytopathology*, XIII, p. 38, 1923.

VEZIN (Ch.). — Rapport sur les besoins de l'agriculture en fongicides et insecticides. *Commissariat général au Plan*, Paris, 4 juin 1946.

WEINDLING (R.). — Sodium hypochlorite shows promise as a seed treatment. *Phytopathology*, XXX, p. 1051, 1 fig., 1940.

YERSIN (H.), CHOMETTE (A.), BAUMANN (G.) et LHOSTE (J.). — L'hexachlorobenzène produit organique de synthèse utilisé dans la lutte contre la Carie du Blé. *C.R. Acad. Agriculture de France*, XXXI, 1, p. 24-27, 1945.

ZENTMYER (G.A.). — Mechanism of Action of 8-hydroxyquinoléine. *Phytopathology*, XXXIII, p. 1121, 1943.

TRAITEMENT DE LA CARIE DU BLÉ
Essais 1945-1946.

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Témoin contaminé, non traité, non trempé dans l'eau (T. poudrage).		528	547	50,8	44,2	
		341	374	52,3		
		689	232	25,1		
		365	555	60,3		
		285	424	59,8		
Témoin contaminé, trempé dans l'eau (T. trempage).		466	319	40,6	49,6	
		511	361	41,3		
		720	240	25,0		
		401	462	53,5		
		285	447	61,0		
Bouillie bordelaise à 2 p. cent de sulfate de cuivre, caséinée. Trempage 20 min.		1 007	8	0,7	1,4	
		848	19	2,1		
		946	6	0,6		
		1 002	19	1,8		
		641	15	2,2		
Chlorure cuivreux, 59,4 p. cent Cu Poudrage.	200 g	860	10	1,1	0,9	
		875	7	0,7		
		842	9	1,0		
Carbonate de cuivre, 56,6 p. cent Cu Poudrage.	—	865	30	3,3	3,7	
		962	54	5,3		
		955	42	4,2		
		842	17	1,9		
		824	21	2,4		
Formol commercial (à 35 p. cent d'aldéhyde formique). Trempage.	0,25 p. cent	901	6	0,6	1,1	
		774	16	2,0		
		864	11	1,2		
		1 049	11	1,0		
		558	5	0,8		
PREMIÈRE PARTIE : RECHERCHES						
A. *Sels de cuivre*						
Sulfate de cuivre pur, 24,8 p. cent Cu. Poudrage.	400 g	972	0	0	0,05	
		881	1	0,1		
Sulfate de cuivre pur, 24,8 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	867	1	0,1	0,07	
		818	12	1,4		
Sulfate de cuivre et talc, 19,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	945	25	2,5	2,4	
		982	24	2,3		
Sulfate de cuivre et talc, 14,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	839	24	2,7	2,0	
		888	12	1,3		
Sulfate de cuivre et talc, 9,9 p. cent Cu. Poudrage.	—	732	29	3,8	2,5	
		812	10	1,2		
Sulfate de cuivre et talc, 4,9 p. cent Cu. Poudrage.	—	828	63	7,0	4,9	
		777	23	2,8		
Sulfate basique de cuivre pur, 50 p. cent Cu. Poudrage.	—	582	5	0,8	0,8	
		948	8	0,8		
Sulfate basique de cuivre dilué, 35 p. cent Cu. Poudrage.	—	506	10	1,9	1,7	
		777	12	1,5		
Sulfate basique de cuivre dilué, 17,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	693	26	3,6	3,9	
		675	30	4,2		

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Arséniosulfate de cuivre, 25 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	563 780	22 40	3,7 4,8	4,2	
Arséniosulfate de cuivre dilué, 12,5 p. cent Cu. Poudrage.		632 915	28 28	4,2 2,9	3,5	
Chlorure cuivreux pur, 59 p. cent Cu. Poudrage.	—	864 753	3 0	0,3 0	0,1	
Chlorure cuivreux et talc, 46,2 p. cent Cu. Poudrage.	—	985 729	9 0	0,9 0	0,4	
Chlorure cuivreux et talc, 37 p. cent Cu. Poudrage.	—	1 009 560	6 0	0,5 0	0,2	
Chlorure cuivreux et talc, 27,7 p. cent Cu. Poudrage.	—	909 972	12 0	1,3 0	0,6	
Chlorure cuivreux et talc, 23,2 p. cent Cu. Poudrage.	—	985 954	7 0	0,7 0	0,3	
Chlorure cuivreux et talc, 18,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	925 786	6 1	0,6 0,1	0,3	
Chlorure cuivreux et talc, 13,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	894 912	14 7	1,5 0,7	1,1	
Chlorure cuivreux et talc, 9,2 p. cent Cu. Poudrage.	—	779 893	34 12	4,1 1,3	2,7	
Chlorure cuivreux et talc, 4,6 p. cent Cu. Poudrage.	—	722 933	53 22	6,8 2,3	4,5	
Chlorure cuivrique pur, 37 p. cent Cu. Poudrage.	210 g	944 794	6 4	0,6 0,5	0,5	
Chlorure cuivrique et talc, 31,2 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	888 798	1 0	0,1 0	0,05	
Chlorure cuivrique et talc, 23,4 p. cent Cu. Poudrage.	—	801 867	1 1	0,1 0,1	0,1	
Chlorure cuivrique et talc, 19,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	959 781	3 6	0,3 0,75	0,5	
Chlorure cuivrique et talc, 15,6 p. cent Cu. Poudrage.	—	847 721	2 1	0,2 0,1	0,1	
Chlorure cuivrique et talc, 11,7 p. cent Cu. Poudrage.	—	831 842	0 2	0 0,2	0,1	
Chlorure cuivrique et talc, 7,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	782 874	2 3	0,2 0,3	0,2	
Chlorure cuivrique et talc, 3,9 p. cent Cu. Poudrage.	—	946 872	13 19	1,3 2,1	1,7	
Oxychlorure de cuivre pur, 56 p. cent Cu. Poudrage.	—	950 759	8 7	0,8 0,9	0,8	
Oxychlorure de cuivre et talc, 47,1 p. cent Cu. Poudrage.	—	847 856	4 2	0,4 0,2	0,3	
Oxychlorure de cuivre et talc, 37,6 p. cent Cu. Poudrage.	—	1 116 929	6 18	0,5 1,9	1,2	
Oxychlorure de cuivre et talc, 28,2 p. cent Cu. Poudrage.	—	875 974	1 10	0,1 1	0,5	
Oxychlorure de cuivre et talc, 23,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	753 819	5 11	0,6 1,3	0,9	
Oxychlorure de cuivre et talc, 18,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	890 838	15 8	1,6 0,9	1,2	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Oxychlorure de cuivre et talc, 14,1 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	997 881	15 20	1,4 2,2	1,8	
Oxychlorure de cuivre et talc, 9,4 p. cent Cu. Poudrage.	—	814 843	38 36	4,4 4	4,2	
Oxychlorure de cuivre et talc, 4,7 p. cent Cu. Poudrage.	—	758 862	73 96	8,7 10	9,3	
Oxychlorure de cuivre en bouillie + chaux, correspondant à B.B. à 2 p. cent de sulfate de cuivre. Trempage.		849 901	45 14	5 1,5	3,2	
Carbonate de cuivre pur, 56,6 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	845 777	68 97	7,4 11	9,2	
Carbonate de cuivre et talc, 28,3 p. cent Cu. Poudrage.	—	711 740	77 70	9,7 8,6	9,1	
Carbonate de cuivre et talc, 16,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	615 782	90 99	12,7 11,2	11,9	
Carbonate de cuivre et talc, 5,6 p. cent Cu. Poudrage.	—	479 731	176 222	26,8 23,8	25,3	
B. — *Dérivés du benzène.*						
Orthodichlorobenzène et talc, 15 p. cent de produit pur. Poudrage.	—	483 457	387 411	44,5 47,3	45,9	
Paradichlorobenzène et talc, 15 p. cent de produit pur. Poudrage.	—	587 470	320 507	35,2 51,8	43,5	
1-2-4-trichlorobenzène et talc, 15 p. cent de produit pur. Poudrage.	—	728 477	357 480	32,9 50,2	41,5	
Hexachlorobenzène pur. Poudrage.	—	940 659	0 3	0 0,4	0,2	
Hexachlorobenzène et talc, 50 p. cent produit pur. Poudrage.	—	917 606	0 0	0 0	0	
Hexachlorobenzène et talc, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	1 002 729	0 0	0 0	0	
Hexachlorobenzène et talc, 15 p. cent produit pur. Poudrage.	—	1 019 702	0 0	0 0	0	
Hexachlorobenzène et talc, 12 p. cent produit pur. Poudrage.	—	934 737	0 2	0 0,2	0,1	
Hexachlorobenzène et talc, 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	1 029 784	0 3	0 0,3	0,1	
Hexachlorobenzène et talc, 8 p. cent produit pur. Poudrage.	—	754 813	3 0	0,3 0	0,1	
Hexachlorobenzène et talc, 6 p. cent produit pur. Poudrage.	—	722 677	3 1	0,4 0,1	0,2	
Hexachlorobenzène et talc, 4 p. cent produit pur. Poudrage.	—	763 959	3 17	0,3 1,7	1	
Hexachlorobenzène et talc, 2 p. cent produit pur. Poudrage.	—	605 806	109 82	15,2 9,2	12,2	
Hexachlorobenzène et talc, 1 p. cent produit pur. Poudrage.	—	504 782	238 162	32 17	24,5	
Hexachlorobenzène et talc, 0,5 p. cent produit pur. Poudrage.	—	471 697	345 241	42,2 25,6	33,9	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Eau de chlore à saturation, 9,5 g chlore par litre. Trempage.	200 g	650 657	6 1	0,9 0,1	0,5	F. G. très diminuée.
Eau de chlore diluée, 4,7 g chlore par litre. Trempage.	—	990 885	10 8	1 0,8	0,9	F. G. très diminuée.
Eau de chlore diluée, 2,3 g chlore par litre. Trempage.	—	750 726	11 20	1,4 2,6	2	
Eau de chlore diluée, 0,9 g chlore par litre. Trempage.	—	603 451	346 313	46,1 40,9	43,5	
C. — *Dérivés organomercuriques.*						
Chlorure de mercuriméthoxyéthane, 3,5 p. cent Hg. Trempage.	1 p. mille	994 940	11 5	1 0,5	0,7	
Chlorure de mercuriméthoxyéthane, 3,5 p. cent Hg. Aspersion.	5 p. mille	870 832	117 76	11,8 8,3	10	
Silicate de mercuriméthoxyéthane, 36 p. cent Hg. Poudrage.	200 g	— —	— —	— —	— —	Levée nulle.
Silicate de mercuriméthoxyéthane, 18 p. cent Hg. Poudrage.	—	— —	— —	— —	— —	Levée presque nulle.
Silicate de mercuriméthoxyéthane, 9 p. cent Hg. Poudrage.	—	869 785	2 0	0,2 0	0,1	Retard à la levée.
Silicate de mercuriméthoxyéthane, 1,5 p. cent Hg. Poudrage.	—	1 288 917	7 8	0,5 0,8	0,6	
D. — *Acide salicylique et dérivés.*						
Acide salicylique. Trempage.	2 p. mille	974 821	11 8	1,1 0,9	1	
Acide salicylique pur. Poudrage.	200 g	814 1 015	11 10	1,3 0,9	1,1	Léger retard à la levée.
Acide chlorsalicylique pur. Poudrage.	—	776 878	5 13	0,6 1,4	1	Léger retard à la levée.
Acide chlorsalicylique dilué, 75 p. cent produit pur. Poudrage.	—	635 684	9 9	1,3 1,3	1,3	
Acide chlorsalicylique dilué, 50 p. cent produit pur. Poudrage.	—	788 817	19 15	2,3 1,8	2	
Chlorsalicylate de cuivre pur, 27 p. cent Cu. Poudrage.	—	802 723	23 13	2,7 1,7	2,2	
Chlorsalicylate de cuivre dilué, 20 p. cent Cu. Poudrage.	—	923 672	158 22	14,6 3,1	8,8	
Chlorsalicylate de cuivre dilué, 13,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	568 746	44 38	7,1 4,8	5,9	
Acide dithiosalicylique pur.	—	510 814	17 26	3,2 3	3,1	
Acide dithiosalicylique dilué, 75 p. cent produit pur. Poudrage.	—	633 852	28 36	4,2 4	4,1	
Acide dithiosalicylique dilué, 50 p. cent produit pur. Poudrage.	—	538 847	97 35	15,2 3,9	9,5	
Dithiosalicylate de cuivre pur, 28 p. cent Cu.	—	536 880	43 32	7,4 3,5	5,4	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Dithiosalicylate de cuivre dilué, 21 p. cent Cu.	200 g	669 942	13 33	1,9 3,3	2,6	
Dithiosalicylate de cuivre dilué, 14 p. cent Cu.	—	1 001 886	25 16	2,4 1,77	2,0	
Acide acétylchlorsalicylique pur. Poudrage.	—	732 956	21 19	2,6 1,9	2,2	Léger retard à la levée.
Acide acétylchlorsalicylique dilué, 75 p. cent produit pur. Poudrage.	—	693 952	48 23	6,4 2,4	4,4	
Acide acétylchlorsalicylique dilué, 50 p. cent produit pur. Poudrage.	—	740 989	68 21	8,4 2	5,2	
Acétylchlorsalicylate de cuivre pur, 13 p. cent Cu. Poudrage.	—	675 880	36 16	5 1,8	3,4	
Acétylchlorsalicylate de cuivre dilué, 9,7 p. cent Cu. Poudrage.	—	843 930	22 4	2,5 0,4	1,4	
Acétylchlorsalicylate de cuivre dilué, 6,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	636 930	36 30	5,8 3,1	4,2	
Nitrosalicylate de cuivre pur, 17 p. cent Cu. Poudrage.	—	755 964	8 4	1 0,4	0,7	
Nitrosalicylate de cuivre dilué, 8,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	743 853	51 27	6,4 3	4,7	
Dinitrosalicylate de cuivre pur, 19,8 p. cent Cu. Poudrage.	—	791 899	10 3	1,2 0,3	1,2	
Dinitrosalicylate de cuivre dilué 9,9 p. cent Cu. Poudrage.	—	780 783	78 36	9 4,3	6,6	
E. — *Produits divers.*						
Acide nitrique, trempage 20 min, lavage prolongé.	5 p. cent	500 572	25 37	4,7 6	5,3	F. G. très diminuée.
Acide sulfurique, trempage 20 min.	10 p. cent	878 663	3 12	0,3 1,7	1	F. G. très diminuée, retard.
Acide sulfurique trempage 20 min.	5 p. cent	918 614	22 6	2,3 0,9	1,6	F. G. diminuée, retard.
Acide sulfurique, trempage 20 min.	2 p. cent	953 672	11 11	1,1 1,6	1,3	Levée un peu faible.
Acide chlorhydrique, trempage 20 min.	10 p. cent	855 630	0 2	0 0,3	0,1	F. G. diminuée, retard.
Acide chlorhydrique, trempage 20 min.	5 p. cent	805 627	1 3	0,1 0,4	0,2	F. G. diminuée, retard.
Acide chlorhydrique, trempage 20 min.	2 p. cent	1 039 628	35 18	3,2 2,7	2,9	F. G. diminuée, retard.
Acide borique, trempage 20 min sans lavage.	1 p. cent	532 396	23 20	4,1 4,8	4,4	F. G. diminuée.
Acide borique, trempage 20 min lavage prolongé.	1 p. cent	632 337	34 18	5,1 5	5	F. G. diminuée.
Benzoylacétone, à 10 p. cent dans le talc. Poudrage.	200 g	486 467	297 361	37,9 43,5	40,7	
Benzoylacétonate de cuivre (16,14 p. cent Cu), dilué à 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	641 557	191 147	22,9 20,8	21,8	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Benzoylacétonate de zinc (16,2 p. cent Zn), dilué à 10 p. cent produit pur. Poudrage.	200 g	534 485	376 257	41,3 34,6	37,9	
2e PARTIE : CONTROLE D'HOMOLOGATION						
Formules commerciales :						
8,6 p. cent de cuivre de l'acétate de cuivre. Poudrage.	—	681 724	215 179	23,8 19,8	21,8	
8,6 p. cent de cuivre de l'acétate de cuivre. Trempage.	14 p. mille	650 828	23 21	3,4 2,4	2,7	
15,4 p. cent de cuivre. Poudrage.	200 g	885 788	7 13	0,7 1,6	1,2	
17,5 p. cent de cuivre. Poudrage.	—	915 901	2 14	0,2 1,5	0,8	
Oxychloronaphtoquinone pure. Trempage.	5 p. mille	397 694	100 161	20,3 18,8	19,5	
Oxychloronaphtoquinone potassée. Trempage.	5 p. mille	494 462	453 338	47,8 42,2	45	
19 p. cent de soufre du mercapto-benzothiazol + 2,5 p. cent de cuivre du sulfate de cuivre. Poudrage.	200 g	871 534	152 102	14,8 16	15,4	
19 p. cent de soufre du mercapto-benzothiazol. Trempage.	5 p. mille	853 538	189 142	18,1 20,8	19,4	
25 p. cent de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine, 3 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	200 g	967 736	11 9	1,1 1,2	1,1	
4 p. cent de carbone de l'oxalate de tétraméthyldiaminophénylméthane. Trempage 1 h.	2,5 p. cent	782 616	125 132	13,7 17,6	15,6	
2 p. cent de carbone du tétraméthyldiaminotriphénylméthane. Poudrage.	200 g	567 491	390 330	40,7 40,1	40,4	
2 p. cent de carbone du tétraméthyldiaminotriphénylméthane. Trempage.	8 p. mille	847 817	107 103	11,2 11,1	11,1	

Essais 1946-1947.

Témoin contaminé, non trempé dans l'eau (T. poudrage).		401 341 257	91 71 53	18,4 17,2 17	17,5	Les gelées d'hiver ont réduit de moitié la densité du semis.
Témoin contaminé, trempé dans l'eau 20 min (T. trempage).		438 307	69 74	13,6 19,4	14,8	
Bouillie bordelaise, 2 p. cent sulfate de cuivre, caséinée ; trempage 20 min.		444 490 300	3 10 1	0,6 2 0,3	0,9	
Hexachlorobenzène, poudre à 20 p. cent mat. active. Poudrage.	200 g	272 442 345 567	0 0 0 0	0 0 0 0	0	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Formol (à 35 p. cent d'aldéhyde formique). Trempage.	0,25 p. cent	511 396 365	4 1 1	0,7 0,2 0,2	0,3	
1re PARTIE : RECHERCHES						
Sulfate de cadmium, talc, 12 p. cent Cd. Poudrage.	200 g	275 332	8 7	2,8 2	2,4	
Sulfate de cadmium, talc, 6 p. cent Cd. Poudrage.	—	245 363	24 19	8,9 4,9	6,9	
Sulfate de cadmium, talc, 3 p. cent Cd. Poudrage.	—	375 313	42 36	10 10,3	10,1	
Sulfate de cadmium, solution simple.	1 p. cent	375 327	6 1	1,5 0,3	0,9	
	0,5 p. cent	372 357	9 3	2,3 0,8	1,5	
Sulfate de cuivre monohydraté, 35 p. cent Cu, pur. Poudrage.	200 g	356 376	1 1	0,2 0,2	0,2	
Sulfate de cuivre monohydraté et talc, 25 p. cent Cu. Poudrage.	—	412 305	0 0	0 0	0,0	
Sulfate de cuivre monohydraté et talc, 15 p. cent Cu. Poudrage.	—	394 302	0 7	0 2,2	1,1	
Sulfate de cuivre monohydraté et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	383 333	8 19	2 5,3	3,6	
Sulfate de cuivre monohydraté et talc, 7,5 p. cent Cu. Poudrage.	—	397 381	7 25	1,7 6,1	3,9	
Chlorure cuivrique pur, 37 p. cent Cu. Poudrage.	—	341 487 410	0 0 0	0 0 0	0,0	
Chlorure cuivrique et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	432	2	0,4	0,4	
Chlorure cuivrique et talc, 5 p. cent Cu. Poudrage.	—	368	4	1	1	
Chlorure cuivrique et talc, 2 p. cent Cu. Poudrage.	—	457	13	2,8	2,8	
Chlorure cuivrique et talc, 1 p. cent Cu. Poudrage.	—	394	25	5,9	5,9	
Phényldithiocarbamate de cadmium. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent (8,5 p. cent Cd).	—	239 238	72 58	23,1 19,6	21,3	
— dilué à 20 p. cent (5,6 p. cent Cd).	—	228 263	68 53	22,9 16,7	19,8	
— dilué à 10 p. cent (2,8 p. cent Cd).	—	238 247	67 75	21,9 23,2	22,5	
Xylyldithiocarbamate de cadmium. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent (17,9 p. cent Cd).	—	238 125	37 71	13,4 35,7	24,5	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
— dilué à 20 p. cent (12 p. cent Cd).	200 g	262 238	48 85	15,4 26,3	20,8	
— dilué à 10 p. cent (6 p. cent Cd).	—	397 240	94 54	21,1 18,3	19,7	
— dilué à 5 p. cent (3 p. cent Cd).	—	309 340	67 52	17,8 13,2	15,5	
Méthyldithiocarbamate de cadmium. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent (10,1 p. cent Cd).	—	374 362	4 14	1 3,7	2,3	
— dilué à 20 p. cent (6,7 p. cent Cd).	—	381 429	27 18	6,6 4	5,3	
— dilué à 10 p. cent (3,4 p. cent Cd).	—	220 403	56 68	20,3 14,4	17,3	
Méthyldithiocarbamate de zinc. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent.	—	235 373	43 63	15,4 14,4	14,9	
— dilué à 20 p. cent.	—	286 405	90 70	23,9 14,7	19,3	
— dilué à 10 p. cent.	—	266 392	68 55	20,3 12,3	16,3	
Tétraméthylthiurame tétrasulfure. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent.	—	213 490	0 4	0 0,8	0,4	
— dilué à 20 p. cent.	—	304 509	13 14	4,1 2,6	3,3	
— dilué à 10 p. cent.	—	284 405	5 4	1,7 0,9	1,3	
Chlorobenzène méthylchloracétamide. Poudrage.						
— dilué à 30 p. cent.	—	283 323	10 3	3,4 0,9	2,1	
— dilué à 20 p. cent.	—	219 425	15 8	6,4 1,8	4,1	
— dilué à 10 p. cent.	—	306 325	14 11	4,3 3,2	3,7	
— dilué à 5 p. cent.	—	331	14	4	4	
α-Naphtol-méthylolchloracétamide.						
— dilué à 30 p. cent. Poudrage.	—	270 345	18 3	6,2 0,8	3,5	
— dilué à 20 p. cent. Poudrage.	—	237 392	9 12	3,6 2,9	3,2	
— dilué à 10 p. cent. Poudrage.	—	336 313	29 72	7,9 18,7	13,3	
— dilué à 5 p. cent. Poudrage.	—	256	99	27,8	27,8	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Méthylolchloracétamide.						
— dilué à 30 p. cent. Poudrage.	200 g	266 177	4 12	1,4 6,4	3,9	
— dilué à 20 p. cent. Poudrage.	—	361 253	19 42	5 14,2	9,6	
— dilué à 10 p. cent. Poudrage.	—	309 222	45 103	12,7 31,6	22,1	
— dilué à 5 p. cent. Poudrage.	—	424	79	15,1	15,1	
Méthylène-bischloracétamide.						
— dilué à 30 p. cent. Poudrage.	—	339 334	4 20	1,1 5,6	3,3	
— dilué à 20 p. cent. Poudrage.	—	325 291	25 44	7,1 13,1	10,1	
— dilué à 10 p. cent. Poudrage.	—	325 264	13 33	3,8 11,1	7,4	
— dilué à 5 p. cent. Poudrage.	—	287	47	14	14	
Méthylol-trichloracétamide.						
— dilué à 30 p. cent. Poudrage.	—	— —	— —	— —	— —	Levée nulle.
— dilué à 20 p. cent. Poudrage.	—	— —	— —	— —	— —	Levée nulle.
— dilué à 10 p. cent. Poudrage.	—	—	—	—	—	Levée presque nulle.
— dilué à 5 p. cent. Poudrage.	—	141	23	14	14	
2e PARTIE : CONTROLE D'HOMOLOGATION						
12 p. cent de cuivre du sulfate + adjuvants. Trempage 10 min.	1,2 p. cent	306 501	3 3	0,9 0,5	0,7	
11 p. cent de cuivre du sulfate + acétate de chaux et carbonate de soude. Trempage.	2 p. cent	400 377	11 2	2,6 0,5	1,5	
12 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	200 g	263 412	0 5	0 1,1	0,5	
27 p. cent de cuivre du carbonate basique. Poudrage.	—	353 476	0 3	0 0,6	0,3	
1,6 p. cent mercure (Alcoxyalkylmercure). Poudrage.	—	386 534	1 1	0,2 0,1	0,15	
3,7 p. cent mercure (Chlorure d'alcoxyalkylmercure). Trempage.	1 p. mille	346 443	0 2	0 0,4	0,2	
3,7 p. cent mercure (Chlorure d'alcoxyalkylmercure). Aspersion.	5 p. mille	344 555	0 0	0 0	0	
0,3 p. cent d'azote du dinitrocrésol. Poudrage.	200 g	197 360	66 74	25 17	21	
Formol (1,8 p. cent d'aldéhyde formique), bisulfite de soude (4,2 p. cent SO^2). Trempage 30 min.	5 p. cent	227 283	5 42	2,1 12,9	7,5	

Essais 1948-1949.

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Témoin infecté poudré au talc *(contaminé à 0,4 p. mille).*		696 387 614	226 190 256	24,51 32,90 29,40	28,93	
Témoin infecté non poudré au talc *(contaminé à 0,4 p. mille).*		499	607	54,87	54,87	
Témoin infecté trempé dans l'eau *(contaminé à 0,4 p. mille).*		883 449 593 1 371	70 117 289 530	7,34 20,67 32,74 27,80	23,35	
Bouillie bordelaise à 2 p. cent de sulfate de cuivre, caséinée. Trempage 20 min.		1 018 470 902	3 8 16	0,29 1,67 1,74	1,23	
Chlorure cuivrique et talc, 13 p. cent de Cu. Poudrage.	200 g	963 772 1 074	2 2 10	0,20 0,25 0,92	0,46	
Hexachlorobenzène commercial, (11,2 p. cent de chlore). Poudrage.	200 g	859 545	1 1	0,11 0,18	0,14	
Hexachlorobenzène, poudre mouillable à 30 p. cent ; suspension à 1 p. cent (= 3 p. mille de produit pur). Aspersion.	10 l. p. 100 kg	885 864	1 4	0,11 0,46	0,28	
Témoin infecté, poudré au talc *(contaminé à 1,6 p. mille).*	—	271 231	686 606	71,68 72,40	72,04	
Ire PARTIE : RECHERCHES						
A. — *Sels de cuivre.*						
Carbonate de cuivre technique, 54,6 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	750 822	1 0	0,13 0	0,06	
Carbonate de cuivre, 58,2 p. cent Cu. Poudrage.	—	635 816	2 0	0,31 0	0,15	
Acétate de cuivre, 31 p. cent Cu. Poudrage.	—	913 910	1 3	0,10 0,32	0,21	
Acétate de cuivre et talc, 25 p. cent Cu. Poudrage.	—	760 797	8 4	1,04 0,49	0,76	
Acétate de cuivre et talc, 20 p. cent Cu. Poudrage.	—	855 874	4 10	0,46 1,13	0,79	
Acétate de cuivre et talc, 15 p. cent Cu. Poudrage.	—	720 998	9 14	1,23 1,38	1,30	
Acétate de cuivre et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	701 830	26 52	3,57 5,89	4,73	
Acétate de cuivre et talc, 5 p. cent Cu. Poudrage.	—	534 866	39 79	6,80 8,36	7,58	
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine pur (8. hydroxyquinoléate de cuivre), 18 p. cent Cu. Poudrage.	—	652 801	1 2	0,15 0,24	0,20	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine et talc, 15 p. cent Cu. Poudrage.	200 g	618 796	2 1	0,32 0,12	0,22	
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine et talc, 13 p. cent Cu. Poudrage.	—	705 771	0 0	0 0	0	
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	570 694	1 1	0,18 0,14	0,16	
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine et talc, 8 p. cent Cu. Poudrage.	—	747 839	2 3	0,26 0,35	0,30	
Sel de cuivre de l'orthooxyquinoléine et talc, 5 p. cent Cu. Poudrage.	—	746 915	1 3	0,13 0,32	0,22	
(Semence contaminée à 0,4 p. mille.)						
Chlorure cuivrique et talc, 20 p. cent Cu. Poudrage.	—	536 988	0 5	0 0,50	0,25	
Chlorure cuivrique et talc, 15 p. cent Cu. Poudrage.	—	593 906	2 0	0,33 0	0,16	
Chlorure cuivrique et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	549 942	2 6	0,36 0,63	0,49	
Chlorure cuivrique et talc, 8 p. cent Cu. Poudrage.	—	602 871	3 0	0,49 0	0,25	
Chlorure cuivrique et talc, 5 p. cent Cu. Poudrage.	—	639 892	3 6	0,46 0,66	0,56	
(Semence contaminée à 1,6 p. mille.)						
Chlorure cuivrique et talc, 20 p. cent Cu. Poudrage.	—	635 893	10 7	1,55 0,77	1,16	
Chlorure cuivrique et talc, 15 p. cent Cu. Poudrage.	—	688 953	8 1	1,15 0,10	0,62	
Chlorure cuivrique et talc, 10 p. cent Cu. Poudrage.	—	730 943	9 1	1,21 0,10	0,65	
Chlorure cuivrique et talc, 8 p. cent Cu. Poudrage.	—	785 888	6 6	0,76 0,67	0,71	
Chlorure cuivrique et talc, 5 p. cent Cu. Poudrage.	—	689 664	51 62	6,89 8,54	7,71	
B. — *Produits organiques.*						
(Semence contaminée à 0,4 p. mille.)						
Pentachlornitrobenzène pur. Poudrage.	—	709 931	0 0	0 0	0	
Pentachlornitrobenzène et talc, 75 p. cent produit pur. Poudrage.	—	710 855	0 0	0 0	0	
Pentachlornitrobenzène et talc, 50 p. cent produit pur. Poudrage.	—	560 881	0 1	0 0,11	0,05	
Pentachlornitrobenzène et talc, 30 p. cent produit pur. Poudrage.	—	661 891	1 1	0,15 0,11	0,13	
Pentachlornitrobenzène et talc, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	512 875	0 0	0 0	0	
Pentachlornitrobenzène et talc, 15 p. cent produit pur. Poudrage.	—	633 912	8 2	1,24 0,21	0,72	
Pentachlornitrobenzène et talc, 12 p. cent produit pur. Poudrage.	—	876 917	2 2	0,22 0,20	0,21	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Pentachlornitrobenzène et talc, 8 p. cent produit pur. Poudrage.	200 g	777 903	18 12	2,26 1,31	1,78	
Pentachlornitrobenzène et talc, 6 p. cent produit pur. Poudrage.	—	869 881	40 45	4,52 4,86	4,74	
Méthylolchloracétamide et talc, 30 p. cent produit pur. Poudrage.	—	530 765	10 8	1,85 1,03	1,44	F. G. diminuée.
Méthylolchloracétamide et talc, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	726 848	14 22	1,89 2,53	2,21	F. G. diminuée.
Méthylolchloracétamide et talc, 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	815 789	15 33	1,83 4,01	2,92	
Méthylènebischloracétamide et talc, 40 p. cent produit pur. Poudrage.	—	792 643	137 73	14,74 10,19	12,46	
Méthylènebischloracétamide et talc, 30 p. cent produit pur. Poudrage.	—	737 685	64 64	7,99 8,54	8,27	
Méthylènebischloracétamide et talc, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	684 621	228 78	25 11, 16	18,08 11,16	
Méthylènebischloracétamide et talc, 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	655 552	131 44	16,66 9,06	12,86	
α-Naphtolméthylchloracétamide et talc, 40 p. cent produit pur. Poudrage.	—	807 546	91 60	10,13 9,90	10,01	
α-Naphtolméthylchloracétamide et talc, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	657 496	77 82	10,48 14,19	12,33	
α-Naphtolméthylchloracétamide et talc, 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	767 578	143 38	15,71 6,18	10,94	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 75 p. cent produit pur. Poudrage.	—	729 476	12 3	1,62 0,62	1,12	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 40 p. cent produit pur. Poudrage.	—	881 553	43 41	4,65 6,90	5,77	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 30 p. cent produit pur. Poudrage.	—	783 674	83 56	9,58 7,64	8,61	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 20 p. cent produit pur. Poudrage.	—	668 629	67 46	9,11 6,81	7,96	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 10 p. cent produit pur. Poudrage.	—	595 579	135 94	18,15 13,96	16,05	
Tétrasulfure de tétraméthylthiurame, 5 p. cent produit pur. Poudrage.	—	475 544	204 258	30,00 32,17	31,08	
Méthyldithiocarbamate de cadmium, 40 p. cent (13,4 p. cent Cd). Poudrage.	—	646 799	14 16	2,12 1,96	2,09	
Méthyldithiocarbamate de cadmium, 30 p. cent (10,1 p. cent Cd). Poudrage.	—	899 714	16 12	1,74 1,65	1,70	
Méthyldithiocarbamate de cadmium, 20 p. cent (6,7 p. cent Cd). Poudrage.	—	775 667	59 33	7,07 4,71	5,89	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Méthyldithiocarbamate de cadmium, 10 p. cent (3,4 p. cent Cd). Poudrage.	200 g	925 667	141 64	13,22 8,75	10,98	
Chlorobenzèneméthylolchloracétamide, 40 p. cent produit pur. Poudrage.		847 780	57 38	6,30 4,64	5,47	
Chlorobenzèneméthylolchloracétamide, 20 p. cent produit pur. Poudrage.		934 722	35 34	3,60 4,49	4,04	
Chlorobenzèneméthylolchloracétamide, 5 p. cent produit pur. Poudrage.		833 417	210 148	20,13 26,19	23,16	
Sulfonitrophénylester (S.N.P.), 2 p. cent produit pur. Poudrage.		466 362	599 435	56,24 54,58	55,41	
Aminobenzènesulfamide, 25 p. cent produit pur. Poudrage.		454 507	39 33	7,91 6,11	7,01	F. G. diminuée.
Aminobenzènesulfamide, 10 p. cent produit pur. Poudrage.		535 464	134 148	20,02 24,19	22,10	F. G. diminuée.
Aminobenzènesulfamide, 5 p. cent produit pur. Poudrage.		906 795	132 187	12,71 19,04	15,87	
Hexachlorobenzène (11 p. cent) + anthraquinone (25 p. cent). Poudrage.		858 856	1 2	0,11 0,23	0,17	
Hexachlorobenzène concentré (50 p. cent). Poudrage à dose faible.	50 g p. 100 kg	864 537	0 0	0 0	0	
Spores de Pénicillium, souche PA 3. Poudrage.		521 488	46 55	8,11 10,12	9,11	
2e partie : CONTROLE D'HOMOLOGATION						
I. — *Sels de cuivre.*						
Formules à base de chlorure cuivrique.						
7 p. cent de cuivre du chlorure cuivrique. Poudrage.	200 g	842 675	7 8	0,82 1,17	0,99	
Formules à base d'oxychlorure de cuivre.						
50 p. cent de cuivre de l'oxychlorure tétracuivrique. Poudrage.	250 g	701 889	0 1	0 0,11	0,05	
50 p. cent de cuivre de l'oxychlorure tétracuivrique. Trempage.	3 p. cent	860 962	1 0	0,11 0	0,05	
17 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	200 g	840 623	24 16	2,77 2,50	2,63	
16 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	—	870 813	9 20	1,02 2,40	1,71	
16 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	—	780 1 000	20 16	2,50 1,57	2,03	
16 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	—	863 868	5 4	0,57 0,46	0,52	
16 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	150 g	869 886	33 44	3,65 4,73	4,19	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
14 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Trempage.	0,6 p. cent	642 944	22 37	3,32 2,98	3,15	
12 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Poudrage.	200 g	839 788	35 41	4,00 4,94	4,47	
10 p. cent de cuivre de l'oxychlorure. Trempage.	0,2 p. cent	589 824	116 70	16,45 7,83	12,14	
Formules à base de sulfate ou de sulfite de cuivre.						
18 p. cent de cuivre (15 p. cent du sulfate et 3 p. cent de l'acétate). Trempage.	2,4 p. cent	795 837	14 15	1,73 1,76	1,75	
12 p. cent de cuivre du sulfate. Trempage.	1,2 p. cent	718 953	43 45	5,65 4,50	5,07	
12 p. cent de cuivre du sulfate. Aspersion.	2,5 p. cent 5 l/Hl	754 956	67 30	8,16 3,04	5,60	
8 p. cent de cuivre du sulfate. Trempage.	2,5 p. cent	797 935	8 3	0,99 0,32	0,65	
Sulfate double cuivre, fer, 4,5 p. cent cuivre du sulfate. Trempage.	3 p. cent	628 960	31 37	4,70 3,70	4,20	
9,5 p. cent de cuivre du cuprosulfite: $(Cu So_3)^2Cu, 2 H_2O$. Poudrage.	200 g	812 835	17 42	2,05 4,78	3,41	
Formules à base de carbonate de cuivre.						
Carbonate de cuivre technique, 54,6 p. cent de cuivre. Poudrage.	—	750 822	1 0	0,13 0	0,06	
27 p. cent de cuivre du carbonate basique de cuivre. Poudrage.	—	895 727	2 2	0,22 0,27	0,25	
25 p. cent de cuivre du carbonate de cuivre. Poudrage.	—	783 900	10 14	1,26 1,53	1,39	
20 p. cent de cuivre du carbonate de cuivre. Poudrage.	—	869 833	6 9	0,68 1,06	0,87	
20 p. cent de cuivre du carbonate basique de cuivre. Poudrage.	175 g	874 726	14 8	1,57 1,09	1,33	
Formules à base d'acétate de cuivre et divers.						
17 p. cent de cuivre de l'acétate, du sulfate et de l'hydrocabonate de cuivre. Poudrage.	200 g	959 1 049	17 8	1,74 0,75	1,24	
7 p. cent de cuivre de l'acétate, du sulfate, du carbonate et de l'oxychlorure. Trempage.	2,5 p. cent	686 866	43 34	5,89 3,77	4,83	
7 p. cent de cuivre de l'acétate, du sulfate, du carbonate et de l'oxychlorure. Aspersion.	2,5 p. cent 5 l. p. Hl.	536 786	54 65	9,15 7,63	8,39	
8,5 p. cent de cuivre-métal. Trempage.	3 p. cent	765 957	7 1	0,90 0,11	0,50	
II. — *Sels de manganèse.*						
Carbonate de manganèse. Poudrage.	200 g	670 775	46 61	6,42 7,29	6,85	

PRODUITS	Dose d'emploi	Épis sains	Épis cariés	Pourcentage d'épis cariés	Moyenne	Observations
Sulfate de manganèse. Trempage.	N/10	770 748	240 240	23,76 24,29	24,02	
	2 N/10	698 715	310 272	30,75 27,55	29,15	
III. — *Composés organo-mercuriques.*						
3,5 p. cent de mercure du chlorure de méthoxyéthylmercure. Trempage.	0,1 p. cent	693 979	6 5	0,85 0,50	0,67	
3 p. 100 de mercure du chloromercuripseudobutylphénol. Poudrage.	200 g	692 791	68 93	8,94 10,63	9,78	
1,3 p. cent de Hg de l'iodure d'éthoxybutylmercure + 1 p. cent de Hg du chlorure d'éthoxypropylmercure. Poudrage.	—	796 603	0 4	0 0,65	0,32	
1,5 p. cent de mercure du chlorure d'éthylmercurethiourée. Poudrage.	—	751 707	1 0	0,13 0	0,06	
1 p. cent de mercure (acétate de phénylmercure et chlorure d'éthylmercure). Poudrage.	—	787 840	3 4	0,38 0,47	0,42	
A base de mercurofurfurol, 20 p. cent. Poudrage.	—	848 876	56 35	6,19 3,84	5,01	
Dérivé organomercurique « Ho ». Poudrage.	—	845 729	10 7	1,16 0,95	1,05	
Dérivé organo-mercurique « G ». Poudrage.	—	724 818	2 6	0,27 0,72	0,49	
0,8 p. cent de mercure de l'alcoylhydroxymercure (en solution huileuse).	0 1.200 pr 100 kg	932 1 060	14 10	1,47 0,93	1,20	
Dérivé organo-mercurique « My ». Poudrage.	200 g	732 767	116 122	13,68 13,73	13,70	
IV. — *Produits divers.*						
3 p. cent de sulfate d'oxyquinoléine. Poudrage.	—	672 568	290 336	30,14 37,16	33,65	
Crésylol sodique. Trempage.	0,3 p. cent	656 851	34 30	4,92 3,40	4,16	

ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES

II. — TOXITÉ DES DINITROPHÉNOLATES

PAR

G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE
Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

Les dinitrophénols appartiennent au groupe des colorants nitrés. Leurs propriétés toxiques ont été signalées pour la première fois par Weyl en 1888. Ils sont connus comme possédant une action accélératrice sur le métabolisme des animaux. Dès 1892, on a cherché à les utiliser pour la protection des plantes. D'après Pastac (4), on les a essayés contre le Mildiou de la vigne, pour protéger les forêts contre les invasions de Bombyx, puis dans la lutte contre les Altises des Crucifères. Enfin, ils ont trouvé des applications adéquates à leurs propriétés, d'une part dans le traitement d'hiver des arbres fruitiers, d'autre part dans la destruction des mauvaises herbes.

Il a déjà été reconnu que, pour obtenir des renseignements sur l'action ovicide des produits utilisés en traitements d'hiver, il était indispensable d'utiliser des méthodes de laboratoire précises. Nous avons indiqué dans un premier chapitre de l'étude des actions ovicides, les méthodes que nous employons tant avec les œufs d'*Ephestia kühniella* Z., qu'un élevage permet d'obtenir d'une façon régulière toute l'année, qu'avec ceux de Cheimatobie *(Operophtera brumata* L.), l'un des principaux insectes combattus par les traitements d'hiver des arbres fruitiers (5).

Les sels des dinitrophénols ont été très employés pour la destruction des œufs des parasites des arbres fruitiers. Mlle Dierick (3) a montré que l'action toxique des dinitrophénolates est liée à la quantité de molécules non dissociées de dinitrophénols. Cette action croît lorsque le *p*H des solutions diminue.

Nous avons d'abord étudié quelques-uns de ces sels à l'état pur en solution dans l'eau distillée, comparativement sur les œufs d'*Ephestia* et de Cheimatobie ; puis, utilisant les œufs de la Pyrale de la farine,

nous avons cherché à étudier l'efficacité de quelques solutions dans l'eau distillée de préparations industrielles de dinitrophénolates et de dinitrocrésylates. Dans chaque cas, nous avons noté les *p*H des solutions. Nous nous sommes assurés que les *p*H des solutions employées dans les essais d'efficacité comparée des différents sels de dinitrocrésols étaient identiques. Pour les produits commerciaux, nous avons cherché à voir s'il y avait une relation entre le *p*H des différentes préparations et leur toxicité.

I. — Comparaison des actions des sels de sodium, calcium et baryum du dinitrocrésol sur les œufs d'*Ephestia kühniella* et d'*Operophtera brumata*.

Mlle DIERICK (3) a étudié les sels alcalins du dinitrocrésol et a conclu que le sel d'ammonium est plus actif que les sels de sodium, potassium et lithium. CHAPMAN et AVENS (2) trouvent que les quantités de dinitrocrésol qui tuent 95 p. cent des œufs de différentes espèces de pucerons sont les mêmes avec les dinitrocrésylates de sodium, calcium, ammonium et magnésium.

Nous avons comparé l'action du sel de sodium et des sels alcalino-terreux (calcium et baryum) du dinitrocrésol.

a **Préparation des sels.**— Les trois sels sont préparés suivant la même technique. On ajoute au dinitrocrésol la quantité théorique de base ou de carbonate pour le neutraliser suivant les équations :

$$CH_3C_6H_2(NO_2)_2OH + NaOH = CH_3C_6H_2(NO_2)_2ONa + H_2O$$

$$2(CH_3C_6H_2(NO_2)_2OH) + CO_3Ca = (CH_3C_6H_2(NO_2)_2O)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

$$2(CH_3C_6H_2(NO_2)_2OH) + Ba(OH)_2 = (CH_3C_6H_2(NO_2)_2O)_2Ba + 2H_2O$$

On ajoute très peu d'eau, porte à ébullition jusqu'à fin de réaction, filtre sur plaque de porcelaine et sèche au dessicateur.

b **Propriétés.** — Nous avons mesuré les solubilités approchées de ces trois sels à 25°, et le *p*H approximatif de leurs solutions.

On a fait avec chaque sel une solution saturée qu'on a laissé à 25° pendant 24 heures, en agitant de temps en temps. On a filtré rapidement à 25° et fait évaporer à poids constant un volume connu de solution. En pesant le résidu, on a déduit la solubilité du sel à 25° pour 100^3 cm de solution.

Nous résumons dans un tableau les propriétés des trois sels.

TABLEAU I

Solubilité à 25° et pH des dinitrocrésylates de Na, Ba et Ca.

Composés	Solubilité à 25° pour 100 cm de solution	*p*H des solutions
Dinitrocrésylate de sodium	8,5 à 8,8	6,0 à 7,0
Dinitrocrésylate de calcium	1,0 à 1,15	6,0 à 7,0
Dinitrocrésylate de baryum	0,25	6,0 à 7,0

Les solubilités décroissent du sel de sodium au sel de baryum. Les *p*H des solutions sont à peu près identiques.

c) **Efficacité des différents sels.** — La méthode que nous avons employée pour mesurer les efficacités ovicides est la méthode de trempage. Nous obtenons avec les trois sortes de sels les courbes de mortalité suivantes en opérant sur les œufs d'*Ephestia kühniella* et d'*Operophtera brumata.*

TABLEAU II

Efficacités des dinitrocrésylates de Ba, Ca et Na :

1° Sur les œufs d'*Ephestia kühniella.*

Composés	Concentrations p. cent en dinitrocrésol				
	0,027	0,055	0,11	0,22	0,44
Dinitrocrésylate de sodium	—	17	45	56	86
Dinitrocrésylate de calcium	33	49	66	94	97
Dinitrocrésylate de baryum	0	24	49	—	—

2° Sur les œufs d'*Operophtera brumata :*

Composés	Concentrations p. cent en dinitrocrésol				
	0,027	0,055	0,11	0,22	0,44
Dinitrocrésylate de sodium	0	5	32	72	98
Dinitrocrésylate de calcium	16	38	75	90	—
Dinitrocrésylate de baryum	—	17	59	—	—

On peut résumer dans un tableau les différentes doses léthales médianes.

TABLEAU III

*D.L. 50 des dinitrocrésylates de sodium, calcium et baryum sur les œufs d'*Ephestia kühniella *et d'*Operophtera brumata.

Composés	Œufs d'*E. kühniella*	Œufs d'*O. brumata*
Sel de Na	0,20 p. cent environ	0,14 p. cent
Sel de Ca	0,07 p. cent environ	0,07 p. cent
Sel de Ba	Indéterminée (sel trop peu soluble)	0,08 p. cent environ

A *p*H sensiblement identiques, le sel de calcium est environ deux fois plus actif que le sel de sodium ; la faible solubilité du sel de baryum ne permet pas d'en déterminer nettement la dose léthale médiane. Celle-ci semble comprise entre les doses léthales médianes du dinitrocrésylate de sodium et du dinitrocrésylate de calcium.

II. — Essais sur des préparations industrielles à base de nitrophénols.

Nous avons étudié quelques préparations industrielles de dinitrophénols et de dinitrocrésols sur les œufs d'*Ephestia*. Pour chacune d'elles, nous avons pris le *p*H approché de la solution et nous avons cherché à déterminer approximativement la D.L. 50 et la dose léthale totale (D.L. 100). Nous résumons nos résultats dans le tableau suivant :

Tableau IV

*Efficacités de quelques préparations industrielles à base de dinitrophénols sur les œufs d'*Ephestia kühniella.

Les D.L. sont exprimées en p. cent de matière active.

Produits	*p*H	D.L. 50 en M.A.	D.L. 100 en matière active
Dinitrophénolate de sodium technique	Inférieur à 6	0,05	0,25 à 0,5
Dinitrocrésylate commercial 5 additionné d'un activateur	—	0,04	
Dinitrophénolate de sodium technique	Voisin de la neutralité	0,4	0,8 à 1,5
Dinitrocrésylate commercial 2 ...	—	0,38	1 à 1,5
Dinitrocrésylate de sodium technique	—	0,20	0,4 à 0,8
Dinitrocrésylate commercial 3 ..	—	0,55	1
Dinitrocrésylate commercial 4 ..	—	0,13	0,6 à 1
Dinitrocrésylate commercial 5 ..	Supérieur à 7	>0,4	non atteinte à la limite de solubilité
Dinitrocrésylate commercial 6 ..	—	0,17	0,8
Dinitrocrésylate commercial 7 ..	Supérieur à 8	0,05	non atteinte à la limite de solubilité
Dinitrocrésylate commercial 8 ..	—	0,2	—
Dinitrocrésylate commercial 9 ..	—	0,19	1,25
Dinitrocrésylate commercial 10..	—	0,14	non atteinte à la limite de solubilité

Dans ce tableau, les composés ont été classés dans l'ordre des *p*H croissants de leurs solutions. Son examen permet de faire quelques observations sur l'efficacité des dinitrophénols :

1° Les composés les plus acides sont les plus actifs ;

2° Pour un produit donné, un changement dans le *p*H de la solution amène une modification de l'action ovicide. Ceci est très net pour le dinitrocrésylate n° 5. Lorsque la solution est alcaline, la D.L. 50 de ce composé est supérieure à 0,4 p. cent. Si on ajoute un « activateur » sans action ovicide, la solution devient acide et la D.L. 50 se situe aux environs de 0,04 p. cent ; l'efficacité est 10 fois plus grande ;

3° Lorsque les solutions de dinitrophénolates deviennent franchement alcalines, la D.L. 50 est atteinte sensiblement aux mêmes concentrations en matière active qu'avec les produits plus acides, mais il n'y a pas augmentation de l'efficacité avec la concentration.

Dans la fig. 2, nous donnons les lignes de régression de quelques

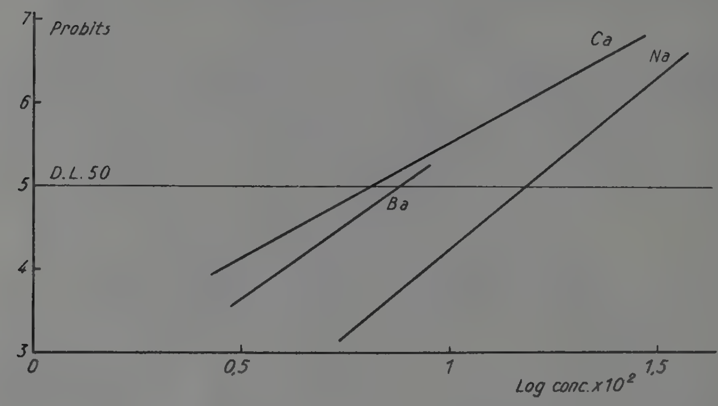


FIG. 1. – Lignes de régression des dinitrocrésylates de sodium, de calcium et de baryum, appliquées sur les œufs de Cheimatobie.

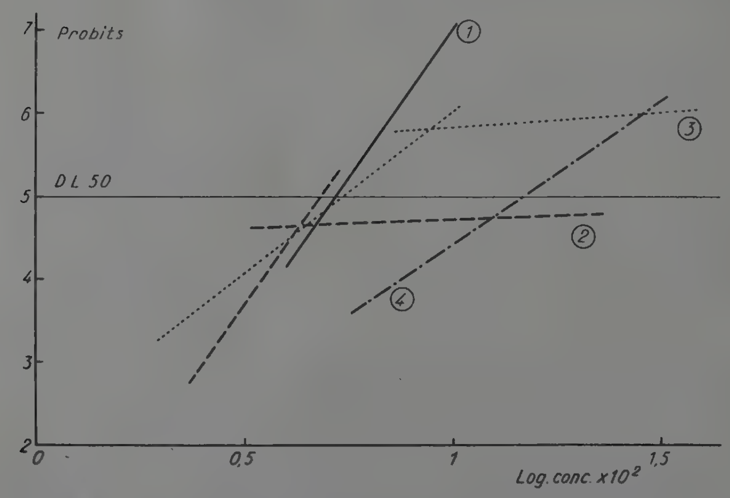


FIG. 2. – Lignes de régression de quelques dinitrocrésylates alcalins industriels, donnant des solutions de différents *p*H.

1. Dinitrocrésylate commercial additionné d'un activateur.
2. Dinitrocrésylate commercial.
3. Dinitrocrésylate commercial.
4. Dinitrocrésylate de sodium technique.

produits, obtenues selon la méthode de BLISS (1) en portant en abscisse le log. des concentrations et en ordonnées les probits de mortalité

(efficacité). Pour les produits dont les solutions sont acides, la ligne de régression est une droite; pour ceux dont les solutions sont sensiblement neutres ou alcalines, elle est formée de deux droites qui se coupent sous un certain angle.

Conclusions.

Nous pouvons tirer de cette étude sur la toxicité des dinitrophénolates envers les œufs d'insectes plusieurs conclusions :

1° Les œufs d'*Ephestia kühniella* sont plus sensibles aux dinitrophénols que les œufs d'*Operophtera brumata*, lorsqu'on traite ces deux sortes d'œufs au laboratoire par la même méthode;

2° Le dinitrocrésylate de calcium est, à *p*H égal, plus actif que le dinitrocrésylate de sodium;

3° L'efficacité des dinitrophénolates est liée à l'acidité de la solution. Pratiquement il y a intérêt à employer des solutions aussi acides que possible. Il se peut que des facteurs autres que la réaction du milieu agissent sur la toxicité;

4° Les composés voisins de la neutralité doivent contenir près de 1 p. cent de matière active pour assurer la mortalité totale des œufs d'*Ephestia* mis en expérience. Il y aurait lieu de voir quel coefficient on doit appliquer aux données de ces expériences de laboratoire, pour juger de l'efficacité réelle des dinitrophénolates employés comme ovicides agricoles.

Reçu le 12 *février* 1951.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Bliss (C. J.). — The calculation of the dosage-mortality curve. The comparaison of dosage-mortality data. *Ann. appl. biol.*, 22, 134-167 et 307-333, 1935.

(2) Chapman (P. J.) et Avens (A. W.). — The toxicology of 4.6.dinitro.O. crésol as an aphicide ovicide. *J. econ. entom.*, 41, 190-198, 1948.

(3) Dierick Mlle (G.F.E.M.). — De ovicide werking van wentersproemiddelen besturdeed in het laboratorium. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, 117 p., Amsterdam, 1942.

(4) Pastac (I.). — Colorants nitrés. Journées de la lutte chimique contre les ennemis des cultures. *Chimie et Industrie*, vol. 38, n° 4 *bis*, 121-132, 1937.

(5) Viel (G.) et Chancogne (Mlle). — Étude des actions ovicides. I. Techniques d'essais *Ann. des Epiph.*, nouvelle série, 1, 293-306, 1950.

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES LÉSIONS CHARBONNEUSES DES VÉGÉTAUX

PAR

G. VIENNOT-BOURGIN
Professeur à l'Institut National Agronomique.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES DÉFORMATIONS PROVOQUÉES PAR LES USTILAGINALES

Les altérations morphologiques constatées sur la plante-hôte au cours du développement d'un grand nombre d'Ustilaginales vivant en parasites stricts des végétaux supérieurs, se caractérisent essentiellement par la localisation des lésions aux organes jeunes, en voie de croissance. La relative fragilité des sores, la rapide évolution des hyphes sporogènes à leur niveau, de même que le manque de phénomènes nécrotiques dans l'hôte, constituent des éléments typiques de ces anomalies de structure.

Un grand nombre d'Ustilaginales sont cécidiogènes aux dépens de la masse ovarienne. Celle-ci se trouve remplacée par un sore compact grâce à la présence d'une columelle centrale chez les *Cintractia* des

Cypéracées et des Joncées; c'est la coexistence et l'agglutination des chlamydospores au sein d'un réseau d'hyphes stériles qui réalise la lésion persistante chez les *Sphacelotheca* des Graminées. Par contre, dans le genre *Thecaphora*, la paroi propre de la plante-hôte limite la cécidie (parois de la graine chez les *Thecaphora* des Légumineuses, ou bractées florales pour *T. Cirsii* Boud. sur *Cirsium anglicum*). Cette formation existe pour le genre *Sorosporium*, où la cécidie se trouve à la fois constituée par la réunion des spores jeunes en glomérules et en même temps consolidée par une membrane périphérique transitoire et par les bractées accrescentes du bouton floral chez *Sorosporium Saponariae* Rudolphi ou par le limbe de la dernière feuille développée comme chez *S. Panici-miliacei* (Pers.) Tak.=*Sphacelotheca Panici-miliacei* (Pers.) Bub. Dans le genre *Ustilago*, cette consolidation du sore est éphémère par suite de la transformation rapide des hyphes en chlamydospores qui s'isolent les unes des autres en fonction de leur petitesse et de leur sphéricité. Cependant pour *Ustilago Avenae* (Pers.) Rostr., Liro (1924) reconnaît l'existence de « Hartbrand-Form » dans des panicules d'avoine où les glumes, partiellement respectées, compriment et retiennent la masse sporifère en un élément dur, capable de résister aux chocs et aux frottements qui précèdent l'époque du battage des grains.

Pour comprendre le mode de développement de la tumeur charbonneuse, il sera donc nécessaire de rechercher l'origine et la nature des organes modifiés ou non qui, au sein de la cécidie, participent au maintien de la masse sporifère, ou qui permettent la déhiscence du sore.

La formation cécidiogène, bien que la plus apparente et souvent la plus typique, n'est cependant pas la seule manifestation qui intervienne pour modifier la nature de l'hôte. Si le rassemblement et la fragmentation du mycélium en chlamydospores correspondent aux facies caractéristiques du parasite, il convient, dans une étude plus générale, d'envisager les conséquences du cheminement mycélien, qui est une phase nécessaire et constante du développement des Ustilaginales et dont la durée correspond à la période végétative de l'hôte, la sporulation ne se manifestant que d'une façon ultime et quelquefois incertaine.

En conséquence, dans l'étude qui suit nous tiendrons compte :

1° Des cécidies ou traumatismes locaux pour lesquels les modifications de la plante-support sont négligeables dans sa partie végétative, l'hôte ne subissant que peu d'altérations en fonction du cheminement orienté du parasite, dont le mycélium a une durée limitée par la période de réalisation de l'inflorescence transformée en réceptacle sporifère. A ce type se rapportent les maladies charbonneuses des fleurs et des fruits d'un grand nombre de plantes annuelles;

2° Des traumatismes généralisés pour lesquels la structure de la plante-hôte subit des modifications profondes qui non seulement faci-

litent le cheminement du parasite, mais aussi augmentent sensiblement le nombre et l'importance des plages sporogènes. Ce cas est représenté par presque tous les charbons, dont le mycélium, vivace dans la partie pérenne de l'hôte, accompagne chaque année les jeunes pousses dans lesquelles s'opère régulièrement la formation des chlamydospores aux dépens des tiges, des feuilles ou des inflorescences *(Ustilago hypodytes* (SCHLECHT.) FR., *Thecaphora Cirsii* BOUD. *Ustilago Holci-avenacei* (WALLR.) CIF., etc.*)*. Nous montrerons que cette manifestation intervient également, quoique d'une façon moins apparente, chez les supports annuels de certaines maladies charbonneuses d'inflorescences.

II. — LA CÉCIDIE OU TRAUMATISME LOCAL

Quelles que soient leur forme, leurs dimensions, leur texture, on admet généralement que les cécidies florales provoquées par les Ustilaginales constituent le stade évolutif final de la progression des hyphes mycéliennes au travers de tout le corps de la plante, ces hyphes se détruisant au fur et à mesure que se produit leur cheminement dans les organes jeunes. On considère ainsi :

1° Qu'il y a prédestination des mérithalles terminaux à devenir les supports des sores (charbons d'inflorescences par ex.), ce qui expliquerait la production de cécidies simples, localisées ;

2° Que, dans les autres mérithalles, où s'opère seulement la progression hyphale, ne peut se réaliser la fragmentation mycélienne préludant à la formation des chlamydospores ;

3° Que l'apparition de cécidies multiples, sans ordre apparent, intervenant sur des organes différents (cas de *Ustilago Maydis* (DC.) CDA.) est la conséquence de contaminations répétées, intervenant alors que l'organe support est développé.

Les recherches et résultats expérimentaux qui suivent tendent à montrer que les principes énoncés n'ont rien d'absolu.

a) Constitution de cécidies foliaires par des Ustilaginales évoluant habituellement aux dépens de l'inflorescence.

L'apparition de la cécidie florale concorde à la fois avec l'épanouissement des organes de reproduction de la plante-hôte et avec la fragmentation du mycélium en chlamydospores, celles-ci acquérant non seulement leur forme, mais aussi leur coloration définitives. Cette réalisation nécessite donc, d'une façon presque absolue, la préexistence de l'organe habituel aux dépens duquel évoluent les sores. Cependant le parallélisme dans l'évolution des deux éléments du complexe ne se traduit pas forcément par l'apparition du facies typique, c'est-à-dire

par la production des amas de chlamydospores. Il convient à ce sujet de rappeler l'observation de FISCHER VON WALDHEIM qui a constaté la présence du mycélium de *Ustilago Avenae* (PERS.) ROSTR. dans des panicules d'avoine cultivée cependant saines d'aspect.

D'autre part, on connaît des cas, d'ailleurs très rares, dans lesquels une Ustilaginale, produisant typiquement des altérations de l'inflorescence, modifie son comportement en ce qui concerne la disposition des sores, ceux-ci apparaissant sur une autre partie de la plante par suite de la non-formation ou de la disparition de l'organe préférentiel. Parmi ces cas exceptionnels, et indépendamment des genres et espèces qui admettent tout organe nouvellement évolué comme siège de sporulation (*Entorhiza*, *Tuburcinia*, etc.), il n'y a, à notre connaissance, que pour quelques espèces d'*Ustilago* et de *Sphacelotheca* qu'il est possible de percevoir des sores à l'intérieur d'organes habituellement respectés par l'évolution sporogène. C'est ainsi que l'on doit mentionner : *Ustilago Tritici* f. *foliicola* P. HENN. du blé, *Ustilago nuda* var. *foliicola* SACC. et TROTT. de l'orge, *Ustilago Avenae* f. *foliicola* ALM. de l'avoine. De même, *Sphacelotheca cruenta* (KÜHN) POTTER du sorgho, en dehors de vésicules sporifères aux dépens des fleurs, peut se développer strictement sur les enveloppes florales, ou sur les pédicelles et les pédoncules des panicules. Un autre exemple est fourni par *Sphacelotheca Holci-Sorghi* (RIVOLTA) CIF. lorsqu'il parasite le maïs (selon KELLERMAN, 1900). En ce qui concerne plus spécialement le charbon du blé (*Ustilago Tritici* (PERS.) ROSTR.), le développement notable de ce parasite à la fois sur le rachis et sur les feuilles terminales du chaume a été perçu à diverses reprises. C'est ainsi qu'en 1894, d'après un exemplaire recueilli en Haute-Égypte, HENNINGS rapporte l'hébergement du champignon par le limbe. En Suisse, SCHELLENBERG (1911), signale les différentes possibilités données à cette espèce pour se manifester sur la tige. Les observations de RIEHM (1914), de même que celles de GARBOWSKI (1927), et de nous-même (1935-1937), définissent la relation qui peut exister entre une action traumatique initiale favorisante et l'évolution foliaire de *Ustilago Tritici*. Tandis que RIEHM constate la présence de sores sur les limbes élevés et sur les tiges de blé cultivé en serre, c'est-à-dire soumis à des conditions culturales particulières, GARBOWSKI a montré que l'action folicole du charbon pourrait provenir d'un avortement concomitant de l'épi sous l'action d'un diptère : *Chlorops pumilionis* BJERK. Nous avons constaté la présence de sores d'*Ustilago Tritici* dans les espaces internervaires des feuilles de blé, tandis que l'épi, mal constitué, pourvu ou non de lésions charbonneuses, se développe incomplètement. Cet amoindrissement de l'inflorescence, qui, dans ce cas, est toujours stérile malgré la présence de quelques fleurs normalement constituées dans les épillets terminaux, est en corrélation avec son maintien à l'intérieur de la dernière gaine, dont elle ne peut se dégager. Dans d'autres cas, elle s'explique en raison de l'envahissement des épis par *Fusarium culmorum* (W.G.SM.) SACC. et par *Trichothecium roseum* (BULL.) LK. Ces deux

cryptogames réalisant, à l'intérieur des fleurs à peine dégagées de la gaine de la dernière feuille, une concentration de la masse ovarienne et des éléments staminaux. La concrétion mycélienne qui s'établit dans la concavité des glumes et des glumelles empêche leur écartement si bien que la déhiscence et la mise à l'air libre des amas sporifères ne s'accomplissent pas. La relation entre le développement de *Ustilago Tritici* sur les limbes foliaires et l'envahissement de l'épi par une Mucédinée se vérifie expérimentalement.

A cet effet, en choississant un pied de blé dont le premier épi formé présente des lésions charbonneuses typiques, et en déposant sur les cornes stigmatiques à peine différenciées contenues dans les épis plus tardifs une suspension de spores de *Trichothecium* ou de *Fusarium* obtenues à partir de cultures pures, on provoque la contamination. Les épis ainsi traités sont ensuite enrobés selon plusieurs tours de spire par un fil de laine de façon à maintenir les fleurs bien closes. Chaque épi est introduit dans un manchon de verre obturé aux deux extrémités par un tampon d'ouate et maintenu ainsi pendant 4 jours. Le développement du *Trichothecium* est constamment plus rapide que celui du *Fusarium*.

En procédant ainsi, nous avons réussi à obtenir quelques cas de « déviation » dans la localisation des sores d'*Ustilago Tritici* et constater leur présence sur le rachis, l'entre-nœud terminal ou la dernière feuille. La cécidie florale ne s'est pas constituée ; elle peut être remplacée par une cécidie foliaire dont l'apparition permet d'envisager la persistance hyphale dans les mérithalles sous-jacents.

b) **Apparition de sores aux dépens de ramifications latérales à un axe charbonné.**

Dans les conditions habituelles, il est possible d'observer que ce sont d'abord les tiges précoces et les plus vigoureuses d'orge ou d'avoine qui, respectivement, sont soumises au parasitisme de *Ustilago nuda* et *U. Avenae.* L'évolution des chlamydospores se produit sur toutes les inflorescences d'un même pied. Cependant on assiste fréquemment à l'apparition d'un « charbon partiel », par lequel seulement quelques inflorescences ou portions d'inflorescence sont détruites.

Différentes observations précisent qu'après la moisson, les souches d'orge ou d'avoine reconnues porteuses de charbon produisent des pousses latérales (ou tardillons) vouées à la stérilité en raison de leur époque évolutive tardive en saison, et qui, cependant, n'en portent pas moins les symptômes du charbon. Lorsque l'on procède systématiquement au sectionnement des tiges normalement fertiles, mais charbonnées, dès que celles-ci manifestent les premiers symptômes maladifs (soit l'apparition des premières stries sporifères sur les glumes et les glumelles de l'avoine, soit le jaunissement de la dernière feuille dont le limbe forme encore gaine autour de l'épi d'orge), il est possible de

reproduire le phénomène à condition toutefois que la plante ait conservé une activité végétative suffisante (développement herbacé).

Par leur apparition en deux temps, l'un correspondant au cycle évolutif normal sur des tiges atteignant une maturation convenable, l'autre intervenant beaucoup plus tard en saison sur des axes évolués accidentellement, mais provenant de la même souche que les premières, les charbons de l'orge et de l'avoine — et sans doute d'autres charbons d'inflorescence — permettent de concevoir qu'il n'y a pas destruction réglée des hyphes dans leur progression ascendante. Il se manifeste plutôt un envahissement progressif de tous les organes jeunes au niveau desquels les hyphes se maintiennent sans toutefois qu'il y ait nécessairement transformation du mycélium végétatif en chlamydospores.

c) **Les cécidies sans ordre apparent.**

Certaines actions déformantes liées au parasitisme des Ustilaginales ont pour origine une prolifération diffuse du mycélium. Elles se constatent en étudiant le comportement de *Ustilago Maydis* (DC.) Cda. et *U. Euchlaenae* Arcang. en tant que charbons foliaires. Pour *Ustilago Maydis*, nous n'insisterons pas sur le caractère très particulier des tumeurs florales, toujours partielles, qui ont été bien étudiées. Nous rappellerons seulement que vers la base des épis femelles se forment rapidement (en 5 à 7 jours) de grosses vésicules simples ou multiples, atteignant 15 à 20 cm de diamètre. D'abord verdâtres et charnues, elles blanchissent bientôt et paraissent alors constituées d'écailles de texture fibreuse, parsemées de plages filamenteuses noirâtres marquant le début de la formation des spores. Par la suite, toutes les parties internes se résorbent aux dépens des amas sporifères qui ne sont bientôt plus enrobés que d'une mince membrane à reflet ardoisé, dont la déchirure se produit irrégulièrement. Les épis mâles, eux aussi, présentent des lésions se constituant aux dépens de fleurs isolées ou d'un groupe de fleurs qui est souvent disposé au sommet d'un épillet de la panicule. Tous les organes constituant la fleur, y compris les étamines, sont modifiés en bractées épaisses, molles, corniculées, qui deviennent bientôt autant de sacs sporifères fragiles.

En même temps qu'évoluent les tumeurs florales, il peut se produire des anomalies sexuelles qui ont été signalées par Chifflot (1909), Werth (1913), Bois (1921) et que nous avons nous-même caractérisées.

En dehors de ces déformations de la panicule, le charbon du maïs provoque des tumeurs dans les feuilles, les gaines, ainsi qu'à la base des tiges. L'évolution de ces tumeurs, aériennes ou souterraines, a été peu étudiée. Elles ne sont en fait que le stade final de lésions qui préexistent avant complet développement de l'organe-support. Le charbon du maïs, de même que *U. scitaminea* Syd. de la canne à sucre, et sans doute certains *Entyloma*, se distinguent des autres affections charbon-

neuses d'abord par la très grande rapidité de transformation du mycélium végétatif en hyphes sporogènes, et ensuite par la possibilité d'apparition des amas sporifères sur tout organe formé ou en voie de formation. Du point de vue cultural, *Ustilago Maydis* se manifeste comme une maladie importante chaque fois que se trouve facilité le contact des sporidies avec un tissu jeune. Dans le sud-ouest de la France, le retour à échéances rapprochées de la culture du maïs sur le même sol constitue la raison principale de la fréquence de cette maladie.

La pénétration directe dans le tissu de l'hôte, chez les Ustilaginales, exige cependant des conditions particulières. Pour *Tilletia caries* (DC.) Tul. et *T. fœtida* (Wallr.) Liro, ont pu être déterminées des époques strictes durant lesquelles la jeune plantule est susceptible d'être infectée par passage de l'hyphe au travers des cellules épidermiques du coléoptile. Pour *Ustilago hypodytes* (Schlecht.) Fr., parasite de *Elymus arenarius* et de *Bromus erectus*, ainsi que de plusieurs *Agropyrum*, la période d'infection se trouve réglée par l'évolution des bourgeons hypogés. Pour cette espèce, de même que pour *Melanotaenium cingens* (Beck) Magn., la production de sporidies ne se produit qu'au contact des jeunes pousses. Enfin pour les Ustilaginales admettant une phase de latence à l'intérieur des semences (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr., *U. Triciti* (Pers.) Rostr., *U. Tragopogi-pratensis* (Pers.) Roussel, etc.), il y a lieu de tenir compte du parallélisme dans l'évolution de la gemmule de la plante-hôte et du mycélium latent au contact des cellules périphériques de l'embryon. Dès que ce parallélisme se trouve rompu, la progression et le développement ultérieurs des hyphes sont altérés (cas des semences soumises aux rayons X, aux ultraviolets, ou traitées par la chaleur sèche ou humide).

Ces conditions précises ne paraissent pas indispensables au développement de *Ustilago Maydis*. Il y a lieu de ne pas confondre le point d'infection et la plage de formation de la tumeur. On ne saurait admettre, ainsi que le suggère Milan (1918) aux États-Unis, que les blessures cuticulaires provoquées par les chutes de grêle interviennent pour faciliter la pénétration de l'hyphe et sa prolifération ultérieure. Cette hypothèse ne serait pas conforme à la biologie des Ustilaginales qui sont des parasites stricts se développant au contact de la cellule vivante. L'observation de Milan est cependant intéressante puisqu'elle permet de fixer à 16 jours le temps nécessaire à la pleine évolution de la cécidie. Si en Amérique, comme d'ailleurs en Allemagne (Bavière, 1928), il a été constaté une augmentation des tumeurs charbonneuses à la suite de pluies orageuses, cette multiplication correspond bien plus à l'éruption de sores latents. En effet, si l'on observe la position de ceux-ci, on constate qu'ils ne sont pas distribués sans ordre, principalement sur les gaines, comme le seraient des lésions externes altérant la cuticule et l'épiderme. Elles constituent bien plus, dans leur ensemble, une « chaîne de sores » dont l'origine doit être recherchée dans l'installation du parasite au niveau des tissus jeunes

(partie interne de la gaine, conjonctif des entre-nœuds encore revêtus de la gaine, base du limbe au voisinage des soies ligulaires). Ce mode de formation se rattache à la présence d'hyphes prédestinées à la formation des vésicules sporifères et dont la résolution en chlamydospores n'est pas constante. Cet aspect se rapproche de celui signalé par BLARINGHEM (1923), qui a constaté au cours du développement de *Ustilago nuda* sur *Hordeum distichum nutans*, que dans quelques cas les chaumes principaux donnent des épis sains, tandis que les pousses tardives fournissent fréquemment des épis charbonnés.

Pour le charbon du maïs, il se produit un phénomène comparable aux maladies charbonneuses des épis : le mycélium, réparti dans les organes jeunes, peut permettre à tout moment la réalisation d'une cécidie. Le charbon du maïs n'est donc pas une affection à « poussées successives », mais un parasite qui accompagne l'hôte dans ses différentes phases de croissance végétative.

d) La consolidation de la cécidie.

1° Tumeurs des organes foliaires. — Lorsque les tumeurs dans lesquelles apparaîtront les chlamydospores se réalisent dans les tissus foliaires [*Ustilago Calamagrostidis* (FCK.) CLINTON, *U. echinata* SCHROET., *U. longissima* (SCHLECHT.) MAGN., *U. scitaminea* SYD., *Tuburcinia Agropyri* (PREUSS) LIRO, *T. Anemones* (PERS.) LIRO, *T. Tritici* (KOERN.) LIRO], le maintien de la cécidie dans sa forme initiale se réduit à l'appui qu'offrent aux sores les éléments conducteurs et de soutien. Les sores deviennent alors linéaires et strient les limbes et les tiges lorsque la nervation est parallèle ou occupent les espaces internervaires en polygones irréguliers quand les anastomoses du tissu conducteur sont prononcés. Dans les genres *Doassansia* et *Entyloma*, où cependant la formation des chlamydospores intéresse aussi bien le tissu palissadique que les éléments lacuneux, les sores sont lâches et ne subissent aucune constriction latérale. Cette exception peut être considérée comme liée au nombre relativement faible de chlamydospores qui s'y trouvent réalisées.

Dans le cas de ces charbons foliaires, la dissociation de la tumeur est purement mécanique et a pour origine la poussée sporifère qui se conçoit par la différence de volume occupé par les filaments sporogènes, cylindriques et en faisceaux plus ou moins étirés, et les spores elles-mêmes, globuleuses, bien individualisées, provenant de la segmentation des hyphes.

2° Tumeurs des organes floraux. — Lorsque les tumeurs dans lesquelles se constituent les chlamydospores apparaissent dans les organes floraux, il est possible d'envisager deux modes de consolidation.

La formation des chlamydospores n'intéresse que les étamines. Il se produit alors dans tous les cas un développement anormal des

anthères. Celles-ci se gonflent en vésicules fragiles. C'est ce que l'on perçoit bien avant l'époque de floraison pour *Ustilago dianthorum* Liro et *U. superba* Liro sur le genre *Dianthus*, *U. major* sur *Silene otites*, *U. violacea* (Pers.) Roussel sur *Saponaria officinalis*, dont les fleurs sont hermaphrodites. Ce développement anormal, lié à la nécessité parasitaire staminale, déjà constaté par Linné, puis étudié par Strasburger (1900), Werth (1910-1911), Blaringhem (1922-1923) et Martin-Sans (1940), se manifeste également sur les rudiments d'étamines des fleurs femelles dans le cas de plantes-hôtes dioïques telles que *Melandryum album*. Dans ce dernier exemple, l'allomorphie se complète par une soudure partielle des filets staminaux.

Ainsi, pour les charbons staminaux, la consolidation du sore n'est fonction que de la résistance des parois des anthères. Elle n'est que transitoire puisque, avant l'épanouissement des pièces florales, les chlamydospores sont projetées sur les pétales et les cornes stigmatiques, ce qui permet d'interpréter les résultats expérimentaux de Baker (1947) selon lesquels l'infection florale est réalisable par le jeu de la transmission éolienne ou entomophile.

La formation des chlamydospores intéresse l'ensemble de la fleur. La consolidation de la cécidie fait intervenir dans tous les cas les étamines, qui sont constamment indemnes, quelquefois aussi d'autres organes. Ici se situent les anomalies de formation dans les fleurs de blé attaquées par *Ustilago Tritici* (Pers.) Rostr. ou dans celles de *Oxalis stricta* sous l'effet de *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy. Nous envisagerons les déformations capsulaires de *Sorosporium Melandryi* Syd. sur *Melandryum album*, les cécidies ovariennes sur *Panicum maximum* provoquées par *Tilletia heterospora* (P. Henn.) Zund., celles constatées sur *Loudetia* sp. hébergeant *Sorosporium Loudetiae* V.-B., enfin le manchon sporifère provoqué par *Sorosporium formosanum* (Saw.) Saw. dans les inflorescences de *Panicum repens*. Il est certain que beaucoup d'autres déformations pourraient être utilement étudiées. Citons celles causées par *Cintractia Caricis* (Pers.) Magn. sur *Carex praecox* ou les anomalies dues à *Tilletia buchloena* Kell. et Swing. dans les fleurs mâles de *Buchloe dactyloides*.

1. *Ustilago Tritici* dans les fleurs de *Triticum vulgare*. — Nous avons déterminé (1937) que dans la fleur de blé envahie par le charbon, le renflement ovulaire se présente tout d'abord comme une masse granuleuse asymétrique, portant latéralement deux stigmates très dissemblables dont l'un ou l'autre s'élargit notablement pour porter à son extrémité, souvent mal définie, des ramifications grêles et épineuses. Ces diverticules sont en réalité les branches stigmatiques profondément modifiées et la série linéaire de 4 cellules appliquées que l'on trouve à l'extrémité est, dans le cas de fleurs parasitées, incomplète et en partie avortée.

Quant aux étamines des fleurs en voie de destruction par le charbon, elles sont le plus souvent normales par leur nombre et leur structure

générale. Cependant le filet en est robuste et flexueux ; les anthères atteignent près de 3 mm et sont fonctionnelles.

On peut admettre que dans le cas du charbon du blé, les étamines, n'étant pas directement soumises au parasitisme (elles ne portent jamais de chlamydospores et ne semblent pas pénétrées par les hyphes), constituent ainsi une exception parmi toutes les pièces florales ; elles remplissent à l'égard de la masse charbonneuse un rôle de soutien que viennent compléter les éléments conducteurs des différentes bractées.

2. *Ustilago Oxalidis* dans les capsules de *Oxalis stricta.* — Cette Ustilaginée, beaucoup plus fréquente dans notre pays qu'on ne l'admet généralement, est très répandue en Amérique du Nord et du Sud sur différents *Oxalis.* La localisation parasitaire est strictement intracapsulaire et n'intéresse pas les pièces externes qui, à part celles de l'androcée, ne subissent pas d'altérations visibles. Tandis que *Oxalis stricta* présente un plan staminal se confondant avec les stigmates et répond à une structure de plante autofertile bien que possédant par ailleurs un mode de reproduction végétative actif, l'effet du développement de l'*Ustilago* dans les capsules se traduit par une modification phénotypique caractérisée par un raccourcissement staminal. Les deux cycles d'étamines, que comporte le diagramme floral, se trouvent alors sur un plan inférieur à celui des stigmates. Ce cas d'hétérostylie, étudié par Ubisch (1935), est envisagé comme un retour à une structure florale ancestrale, telle qu'elle se présente chez les *Oxalis* d'Afrique ou d'Amérique du Sud. On peut également envisager que cette structure établit une confirmation du parallélisme qui se manifeste entre l'évolution de la tumeur et le comportement staminal dans le cas des charbons intraovariens.

3. *Sorosporium Melandryi* Syd. dans les fleurs de *Melandryum album.* — L'action parasitaire se traduit, pour l'ensemble des boutons floraux d'une même plante, par la formation d'une vésicule, quelquefois 3 à 5 fois plus grosse que le bouton sain, limitée par le calice membraneux, complètement soudé jusqu'à la pleine formation des chlamydospores. Elle est soutenue intérieurement par les pétales trapus, en forme d'onglets, à base nettement épaissie, fripés dans leur portion terminale. Ils ne feront à aucun moment saillie hors de la cécidie. En outre, chez cette plante dioïque, on constate fréquemment un développement considérable des rudiments staminaux, qui existent habituellement dans les fleurs femelles. Chaque étamine comporte alors d'une part un filet puissant, rigide, disposé en arc-boutant vers le centre de la fleur, dépassant la masse ovarienne avortée, et d'autre part deux petites anthères toujours infertiles.

Dans le cas de *Sorosporium Melandryi* apparaît le rôle de soutien que jouent les étamines. Celles-ci sont un des éléments qui procurent le caractère vésiculeux à la cécidie. Ces étamines persistent jusqu'à pleine résolution des amas sporifères, qui se dissocient finalement par éclatement de la vésicule calicinale à son sommet.

4. *Sorosporium formosanum* (Saw.) Saw. dans les inflorescences de *Panicum repens.* — Cette espèce est répandue en Chine, à Java, Ceylan, aux Indes, en Europe méridionale (Espagne) et en Afrique du Nord. Nous l'avons récoltée à l'île de Madère. Le parasite, rangé tout d'abord par nous dans le genre *Ustilago* (*U. Overeeimi* Cif.), s'identifie en fait à l'espèce décrite par Sawada (1928) par la transformation complète de la pani-

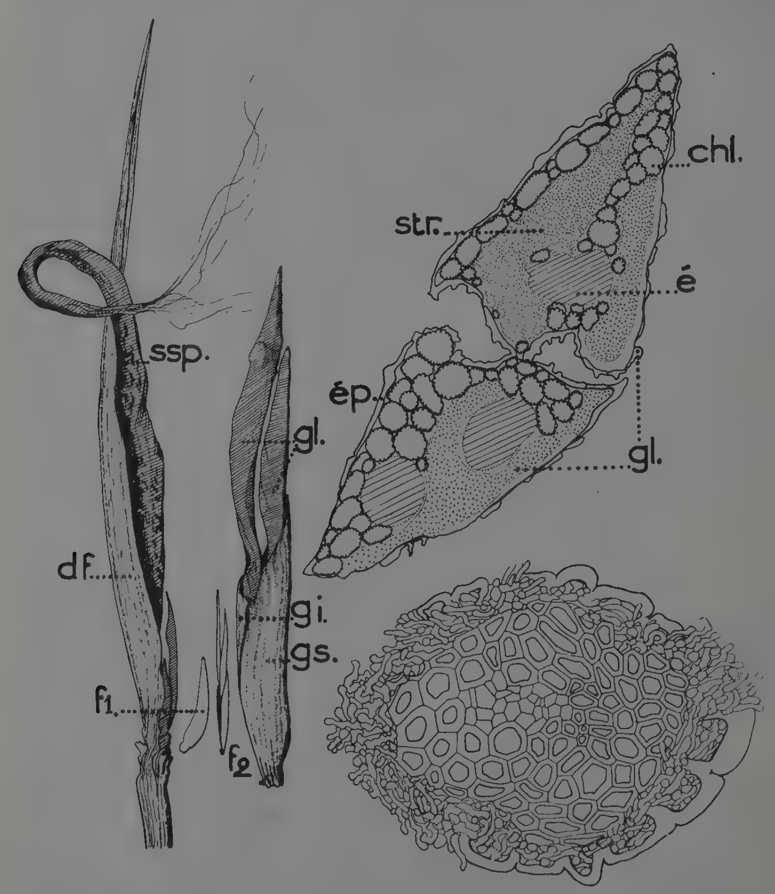


Fig. 1. — Mycocécidie florale provoquée par *Sorosporium formosanum* sur *Panicum repens.* A gauche, aspect général du manchon sporifère, et fleur isolée provenant de la base de la panicule modifiée. df., dernière feuille de la tige. — ssp., sac sporifère. f_1, première fleur provenant de la base de la panicule. — f_2, seconde fleur. — gi., glume inférieure de f_2. — gs., glume supérieure de f_2. — gl., glumelles.

A droite, en haut, coupe transversale vers la base d'une fleur f_2. Les 2 glumelles hypertrophiées renferment 3 filets staminaux, é. On distingue en outre : str., stroma sporogène en évolution. — ch., chlamydospores en amas. — ép., épiderme modifié. A droite, en bas, section transversale dans un filet staminal montrant la gaine d'hyphes périphériques.

cule en un manchon cylindrique, droit ou arqué, épais de 4 à 6 mm, et pouvant atteindre 6 à 10 cm de longueur, ainsi que par le groupement des spores, à l'intérieur de ce manchon, en glomérules serrés, inégaux, d'abord comprimés par une gaine d'hyphes stériles hyalines, puis bientôt libres au sein de la cécidie [1]. Celle-ci libère finalement les spores, réunies en masse ou isolées, par l'extrémité du manchon qui se dilacère, ne laissant subsister que les parties dures de la gaine, sous forme de filaments flexueux.

L'étude anatomique des cécidies n'est plus réalisable, lorsque celles-ci sont développées, tant est grande la fragilité du manchon périphérique. Par contre, latéralement aux cécidies étendues, il est possible d'isoler des petits groupements de fleurs ou même une fleur qui, sans avoir échappé au parasitisme, n'en ont pas moins conservé leur individualité.

Si l'on considère tout d'abord des fleurs saines de *Panicum repens*, on y trouve 3 étamines dont le filet, très court, ne dépasse pas la hauteur de la concavité basilaire des glumelles, tandis que les anthères, en forme de bâtonnet régulièrement arrondi à chaque extrémité, dès la maturation du pollen, atteignent le tiers moyen de l'enveloppe constituée par les glumelles.

En procédant à des sections transversales successives vers la base des fleurs solitairement modifiées par le parasitisme de *Sorosporium formosanum*, on constate que :

1° L'enveloppe de la cécidie n'est pas uniquement constituée par les hyphes stériles du champignon, mais est maintenue de place en place par les éléments tissulaires provenant des glumelles. Ces éléments sont plus ou moins désarticulés et il n'en reste, le plus souvent, que la couche la plus externe ;

2° Ces glumelles sont bien individualisées, tout au moins dans le stade jeune de la tumeur. Elles ont alors chacune une section triangulaire et se trouvent repliées en offrant l'une par rapport à l'autre un faible contact ;

3° Avant que ne se manifeste la constitution des glomérules sporifères, tandis que tout l'espace compris entre les faces internes et externes des glumelles n'est encore occupé que par des hyphes disposées en nappes désordonnées, on distingue les filets des 3 étamines, tandis que l'ovaire est, dès ce moment, totalement atrophié ;

4° Les étamines des fleurs parasitées sont notablement hypertrophiées, le filet en est démesurément allongé, mais il se trouve bientôt envahi à son tour. Sa structure comporte alors :

a) Au centre, un tissu conducteur constitué par un petit nombre d'éléments libériens entourés d'une gaine scléreuse compacte ;

(1) Dans un travail récent, LING (L.). — A second contribution to the knowledge of the Ustilaginales of China ; *Mycologia*, XLIV, pp. 252-69, 1949) a établi pour cette espèce la synonymie suivante : *Sorosporium formosanum* (SAW.) SAW. = *Ustilago formosana* SAW. = *U. Overeeimi* CIF. = *Sorosporium punctatum* MALENÇ. et YEN = *Sorosporium Overeeimi* (CIF.) MALENÇ.

b) A la périphérie, un manchon irrégulier d'hyphes très entrecroisées limitées par le contour de l'étamine dont on perçoit de place en place quelques cellules épidermiques.

Le faisceau scléreux du filet staminal persiste très longtemps au sein des fleurs parasitées ; il contribue à la rigidité de la cécidie même lorsqu'il se trouve dépouillé de l'assise externe hyphale.

Dans le cas de *Sorosporium formosanum*, parasite des inflorescences de *Panicum repens*, c'est donc à la modification des glumelles et des éléments staminaux que l'on doit la structure initiale de la cécidie. Celle-ci n'est pas strictement une « création » du parasite. Elle est le résultat de l'hypertrophie des organes au contact desquels se différencient les chlamydospores.

5. *Sorosporium Loudetiae* V.-B. sp. nov. dans les fleurs de *Loudetia* sp. — La cécidie observée sur *Loudetia* montre les remarquables possibilités réactionnelles de cette plante lorsqu'elle est soumise au parasitisme d'un *Sorosporium* localisé à la partie intra-ovarienne.

Les spécimens étudiés nous ont été confiés par le Professeur R. Heim. Ils proviennent du Cameroun (Mission Jacques Félix 1938-39, collections du Muséum national d'Histoire naturelle). Le parasitisme est généralisé pour une même panicule. Dans chaque fleur, dont les glumelles ne dépassent pas 1 cm, se manifeste un accroissement considérable de la masse ovarienne au travers des glumellules normalement développées. Cette masse devient tubulaire et atteint 4 à 6 cm pour un diamètre qui ne dépasse pas 1 mm vers la base. L'organe ainsi développé se présente comme un long filament, droit ou arqué, aminci à son extrémité, manifestant une pilosité accusée sur toute sa surface [1].

L'examen superficiel de cette cécidie tubulaire révèle la présence, vers sa base, de filets staminaux qui, au lieu d'être libres comme dans toutes les cécidies précédemment étudiées, se présentent appliqués et en partie soudés contre la paroi ovarienne sur une grande partie de leur longueur, celle-ci pouvant atteindre 12 à 20 mm, c'est-à-dire dépasser le sommet des glumelles. A l'extrémité de ces filaments staminaux adhérents, on constate tantôt des anthères avortées, tantôt au contraire des anthères évoluées isolées de la cornicule ovarienne, par suite de l'arcure du filet dans sa partie extrême terminale.

L'enveloppe de la cécidie est remarquable par sa structure homogène. Limitée vers l'extérieur par de grandes cellules épidermiques à paroi externe convexe, certaines d'entre elles étant transformées en poils simples et continus, le reste du manchon comporte un parenchyme à cellules inégales, aplaties vers la lacune centrale au contact des hyphes,

[1] La diagnose de cette espèce nouvelle s'établit comme suit : *Soris in sacculis (ovariis mutatis) corniformibus, rectis v. curvulis, apice acutis*, 6,8 × 0,6.0,8 cm. *evolutis membrana tenaci ex albido ochracea v. rufescenti obvolutis ; glomerulis sporarum globosis, multisporis*, 30.80 µ *atris ; sporulis subpolygoniis v. subellipsoideis, obscure olivaceo — brunneis* 6.9 × 6.7 µ diam., *episporio levi, intus granulosis.*

Hab. *in ovariis Loudetiae*, Cameroun, Africa trop. (Jacques-Félix).

qui ne la pénètrent jamais. Au sein de ce parenchyme, on distingue les éléments conducteurs assez régulièrement disposés.

Cette cécidie, déjà très spéciale par sa forme, ses dimensions relatives et sa nature, est aussi particulière par le rôle que jouent les étamines appliquées en surface. En effet, l'existence de filaments soudés

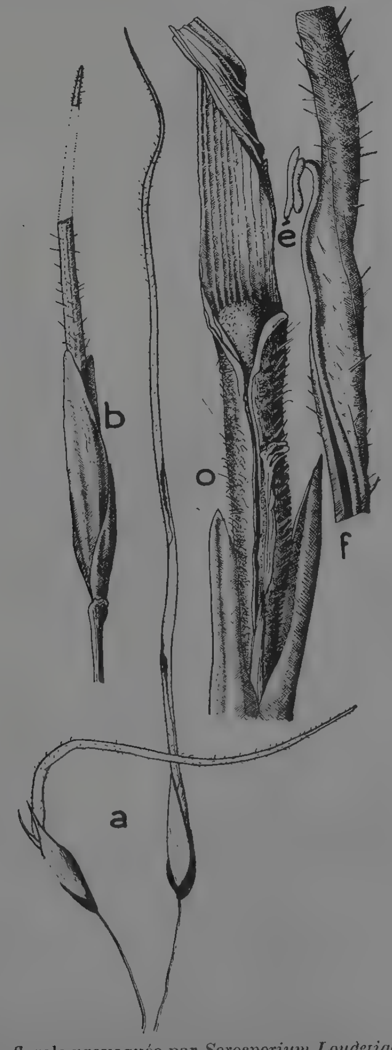


Fig. 2. — Mycocécidie florale provoquée par *Sorosporium Loudetiae* aux dépens de l'ovaire de *Loudetia* sp. En a, aspect de deux fleurs parasitées montrant l'élongation considérable de la masse ovarienne. — b, détail d'une fleur. — o, parois de l'ovaire avec à la base une étamine flétrie. — é, étamine soudée, à filet hypertrophié bordant la fente de déhiscence f.

nous apparaît comme la cause de la déhiscence de cette cécidie. Au delà de la soudure du filet staminal se manifeste très fréquemment de bas en haut une fissuration de la paroi qui se prolonge jusqu'au sommet de la cornicule. Celle-ci se tord en spirale, ce qui permet l'écartement de la lame tissulaire et facilite la déhiscence du sore.

Dans l'évolution de la curieuse cécidie que provoque *Sorosporium Loudetiae* aux dépens de l'ovaire modifié de *Loudetia* sp., il y a lieu de

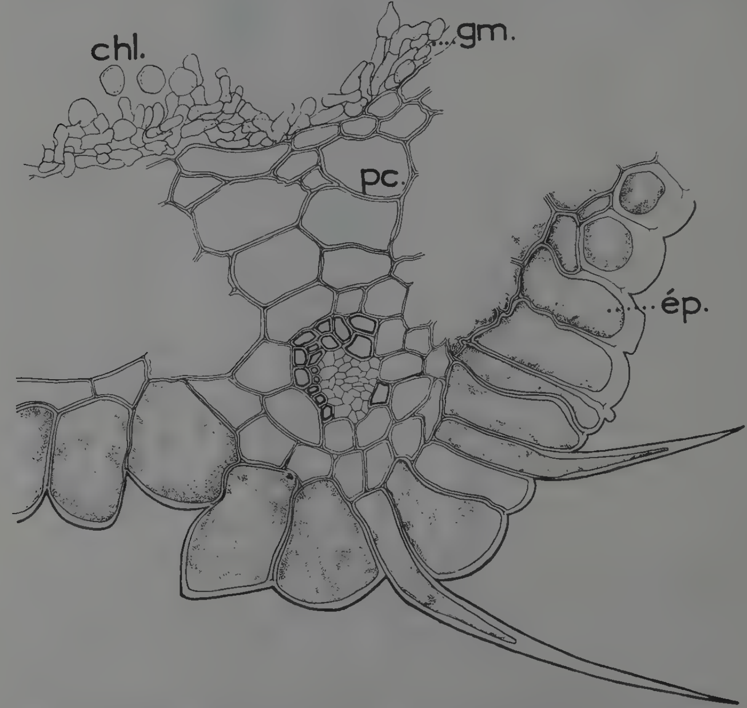


Fig. 3. — Structure anatomique de la gaine tissulaire entourant la mycocécidie développée aux dépens des ovaires de *Loudetia* sp. En ép., grandes cellules épidermiques dont certaines sont transformées en poils. — pc., parenchyme conjonctif à cellules aplaties vers la lacune centrale. — g.m., gaine mycélienne lâche. — chl., chlamydospores.

considérer le rôle mécanique que joue l'élément staminal ; ce rôle est d'abord de soutien, puis se manifeste pour libérer les chlamydospores.

6. *Tilletia heterospora* (P. Henn.) Zundel dans les ovaires de *Panicum maximum*. — Certains spécimens que nous avons étudiés proviennent du Cameroun (mission Jacques Félix, 1938-1939, collections du Muséum) ; un grand nombre d'analyses florales ont pu également être effectuées grâce aux matériaux qui nous furent adressés

par le Professeur G. Mangenot, en provenance de la Côte d'Ivoire (Savane d'Adiopodoumé, septembre 1950).

Cette Ustilaginale, d'abord trouvée à l'Ile Maurice par Ayres, a été décrite par Zundel au Tanganyika. Elle est également signalée au Transvaal sur *Panicum laevifolium*. Sa caractéristique, du point de vue morphologique, est la présence de deux types de chlamydospores dans un sore commun constitué à l'intérieur du caryopse ; le premier type correspond à des spores finement verruqueuses, couvertes de petites aspérités coniques régulièrement espacées, le second concerne des spores réticulées, à alvéoles régulières, polyédriques et peu profondes. En outre, pour chaque type, il est possible de considérer des spores petites (9.11 μ de plus grand diamètre) et des spores beaucoup plus grandes (13.20 μ de plus grand diamètre).

L'origine de ces deux types de spores n'a pu être établie par nous n'ayant encore disposé que de matériel mort. Par de nombreuses analyses florales, il nous a par contre été possible d'interpréter la nature de la cécidie.

Dans les épillets sains de *Panicum maximum*, la maturité correspond au développement ovarien de la seconde fleur (f_2), tandis que la fleur inférieure (f_1) est toujours stérile. C'est f_2 qui produit le caryopse unique par épillet, ordinairement dépouillé des glumes. Par contre, lorsque se manifeste la carie ovarienne, chaque épillet conserve ses deux fleurs, f_1 et f_2, dans la majeure partie des cas, tandis que persistent les glumes. Si dans les fleurs fertiles saines, au moment de la maturation du caryopse, on ne trouve pàs trace des glumellules et des étamines, il est par contre facile de reconnaître les glumellules des fleurs cariées sous forme de deux onglets asymétriques, parfois déjetés latéralement. Quant aux étamines, elles manifestent une élongation sensible du filet, qui est généralement court chez la plupart des *Panicum*, ou, de toute façon, nettement inférieur à la longueur de l'anthère.

La forme et la structure du caryopse de *Panicum maximum* attaqué par *Tilletia heterospora* sont remarquables. Par ses dimensions (largeur et longueur) de 2 à 4 fois supérieures à celles d'un organe sain, le fruit carié dépasse notablement les glumelles de la fleur f_2.

La conformation du fruit parasité est très éloignée de celle d'un caryopse. Au moment de la maturation des chlamydospores, la cécidie se présente comme une capsule ventrue vers sa base, largement ouverte à sa partie supérieure. Cette capsule, à paroi épaisse, élastique, fortement nervée et couverte de tubérosités prononcées, s'ouvre suivant trois fentes bien précises, constantes en position par rapport aux autres bractées florales, divisant ainsi la paroi en trois bandelettes égales, acuminées.

Cette urne fructifère est particulièrement sensible aux variations d'humidité. En présence de vapeur d'eau, ou après immersion de quelques heures dans l'eau glycérinée, les trois lobes s'étalent largement jusqu'à se trouver disposés suivant un plan commun perpendiculaire à l'axe de symétrie de la capsule basilaire. Par contre, par temps sec.

les parois se contractent, l'urcéole se rétrécit vers son sommet, tandis que les trois dents terminales se recourbent et s'enroulent vers l'intérieur.

Ainsi, sous l'effet parasitaire de *Tilletia heterospora*, la cécidie

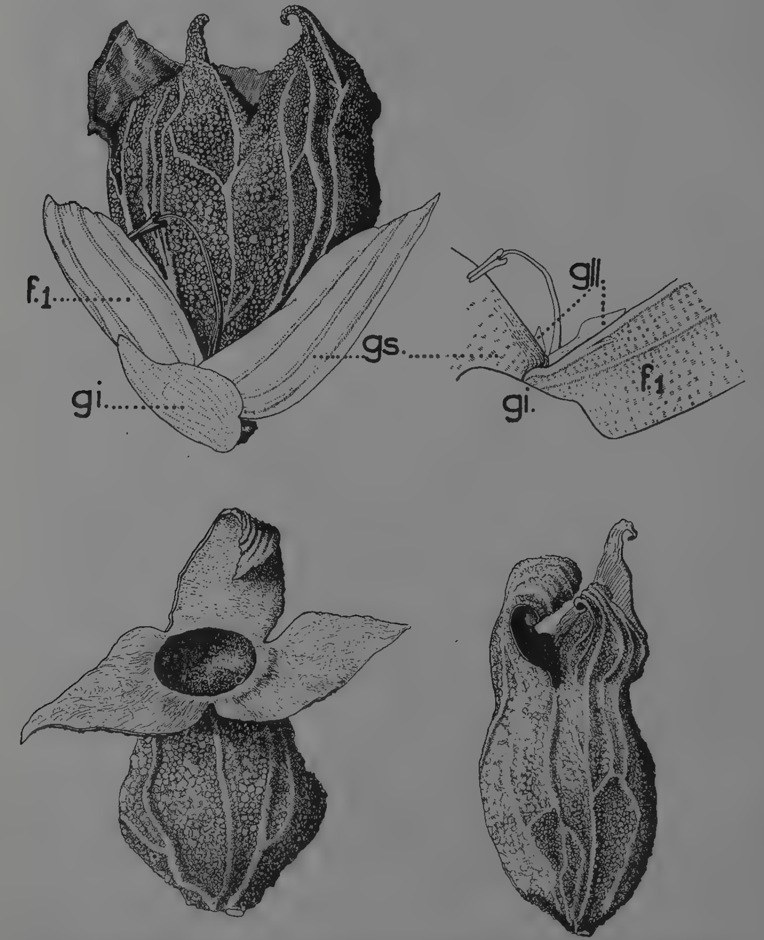


Fig. 4. — Mycocécidie ovarienne sur *Panicum maximum*. A gauche, aspect général d'un épillet parasité. F_1, première fleur, stérile, cachant la glumelle de la seconde fleur F_2 dont l'ovaire est devenu une capsule sporifère. — g.i., glume inférieure. — g.s., glume supérieure. A droite, le même groupement floral vu sur l'autre face ; on y distingue l'extrémité des glumellules gll. et une étamine.

est comprise entre les parois de la masse ovarienne hypertrophiée. Cette cécidie se révèle analogue à une capsule trigone à déhiscence den-

ticide. En raison des transformations qui s'opèrent aux dépens des tissus jeunes, pour la constitution du plexus sporogène, il nous est difficile de préciser les phases de développement de cet organe. Cependant, sa structure définitive permet d'émettre l'hypothèse par laquelle le caryopse n'est pas une entité simple, monosperme, mais serait, par suite de modifications profondes et d'avortements successifs, le résultat d'un organe à symétrie axiale, sans doute polyembryonné. Le développement parasitaire de *Tilletia heterospora* empêcherait une telle évolution, conservant ainsi au fruit de la Graminée sa structure primitive.

La perception de cette structure n'est pas spéciale à l'intervention d'une Ustilaginale. Une modification ovarienne, aboutissant à la constitution d'une hypertrophie souvent lobée dans sa partie libre, apparaît également lors du plein développement du sclérote de *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., parasite des Graminées cultivées et sauvages.

e) Les manifestations annexes du parasitisme des espèces cécidiogènes.

En même temps qu'intervient la localisation du parasite, se traduisant par la constitution des chlamydospores aux dépens de l'inflorescence, certaines Ustilaginales, causes de cécidies, se révèlent par une action traumatique étendue qui, sans atteindre la valeur de celle que l'on peut envisager pour les espèces provoquant des altérations généralisées, n'en est pas moins remarquable.

Pour les espèces du genre *Ustilago*, elles correspondent d'une façon à peu près générale au nanisme de la plante-hôte. Si Taliev et Grigorvic (1923) ont observé que *Avena Ludoviciana* attaqué par *Ustilago Avenae* (Pers.) Rostr. est réduit dans son élongation, si cette observation se trouve confirmée par Godbout (1932) au Canada sur l'avoine cultivée, il est également possible de noter le raccourcissement accusé des tiges de maïs ou de sorgho parasitées par *Sphacelotheca Holci-Sorghi* (Riv.) Cif. Un phénomène semblable est connu pour *Ustilago Hordei* (Pers.) Lagh. de l'orge depuis les observations de Jensen (1888), qui a précisé que les tiges charbonnées ont en moyenne 7 cm de moins en longueur que les tiges saines. Rump (1926) fournit les mensurations suivantes en ce qui concerne le raccourcissement des chaumes et des épis :

Chaumes sains : 100,4 cm en moyenne, épi sain 9 cm.
Chaumes charbonnés : 91 cm en moyenne, épi charbonné 5,3 cm.

Dans le cas du charbon de l'orge, certains observateurs contestent cette réduction de hauteur qui n'est plus apparente au moment de la maturité des épis. Nous avons cependant remarqué bien souvent le raccourcissement des tiges d'orge atteintes de charbon, mais la position constamment dressée des épis leur donne simplement une apparence plus élevée que les tiges porteuses d'épis sains infléchies en « cou de cygne ».

En étudiant la biologie de quelques autres charbons des Graminées sauvages et cultivées, nous devons reconnaître le manque d'élongation des tiges pour *Ustilago nuda* (Pers.) Rostr. des orges cultivées. *Ustilago bromivora* (Tul.) F. v. Waldh., qui se développe en Europe sur différents *Bromus* et au Canada sur *Agropyrym tenerum*, manifeste le même type de déformation.

Sans toutefois considérer ce phénomène comme absolu, il peut être précisé que les espèces d'*Ustilago* qui viennent d'être mentionnées offrent une corrélation entre le raccourcissement de l'axe floral et la faculté d'étendre leur manifestation apparente (formation de chlamydospores) à d'autres organes que les bractées florales. La perception de cette déformation de la plante-hôte dans son ensemble permet d'établir une transition entre les espèces à traumatisme local, vivant sur des plantes à reproduction sexuée obligée et les espèces provoquant un traumatisme généralisé, établies sur des plantes pérennes par la souche où l'altération se reproduit chaque année.

III. LE TRAUMATISME GÉNÉRALISÉ

Certaines Ustilaginales provoquant des modifications profondes de la plante-hôte procèdent d'une façon comparable à ce que l'on peut observer chez plusieurs espèces pérennantes d'Urédinales. Comme chez ces dernières, mais contrairement aux cécidies, elles entraînent à peu près totalement la disparition de la reproduction sexuée de l'hôte. En outre apparaît une structure nouvelle des organes végétatifs parcourus par des hyphes dont le cheminement à partir du bulbe, du tubercule ou du rhizome, s'achève par leur épanouissement dans des tissus néoformés qui troublent la symétrie axiale de la plante-support.

Chez les Ustilaginales pérennes se réalise une fragmentation nette du cycle évolutif ; celui-ci est d'abord réduit à une phase saprophyte dans l'organe de conservation aérien ou souterrain de la plante-hôte, cet organe ne subissant pas d'altérations morphologiques notables ; puis advient une phase parasitaire où la prédestination des sores aux organes jeunes entraîne, pour être réalisée, des troubles dont l'importance est d'autant plus grande que la plante est constamment soumise, au début de chaque période végétative, au même processus parasitaire. Au cours de cette seconde phase s'établit un antagonisme entre la tendance essentielle de l'hôte à fructifier et celle du parasite à se substituer à cette fructification. Le phénomène se traduit tantôt par une réduction (avortement floral et nanisme avec raccourcissement du cycle évolutif), tantôt par une élongation de la durée de la plante (espacement des pièces selon l'axe-support du parasite, prolongation du cycle végétatif par suite de la création de tissus jeunes, constamment capables de supporter des cécidies nouvelles). Dans ce dernier cas, le parasite est maintenu et ses chances de perpétuation se trouvent considérablement augmentées.

Pour les espèces d'Ustilaginales pérennes, provoquant des manifestations traumatiques généralisées, par opposition aux espèces qui causent des cécidies, la durée de la plante-support apparaît « réglée » par le parasite.

a) Le nanisme.

Le nanisme généralisé provoqué par une Ustilaginale pérenne a été perçu pour un certain nombre d'espèces. Il caractérise *Ustilago Holci-Avenacei* (Waller.) Cif. sur *Avena elatior* et *Avena bulbosa*; il est remarquable dans le cas de *Tilletia decipiens* (Pers.) Wint. parasitant *Agrostis alba* et *canina*. Ce nanisme modifie si profondément l'allure générale des organes aériens qu'il a pu autoriser les premiers phanérogamistes à ranger les plantes parasitées en espèces particulières. Nous citerons ainsi *Agrostis pumila*, *A. vulgaris* var. *pumila* et *A. polymorpha* var. *pumila*, qui ont tour à tour désigné des plantes déformées par le parasite. L'une de ces espèces est signalée par Rouy, c'est *Agrostis vulgaris* With. var. *pumila* Schur. = *A. pumila* L. à « panicule courte, ovoïde, à épillets relativement gros et épais, ordinairement en partie attaqués par un *Uredo* ». La localisation de cette variété « aux lieux plus secs et aux landes » n'apporte pas de précision quant au comportement biologique du parasite.

Ustilago Holci-Avenacei se manifeste dans presque toute la France sur *Avena elatior*. Dans le département de l'Oise et en Normandie, nous l'observons sur *Avena bulbosa*, mais toujours d'une façon exceptionnelle. Sur une même souche d'avoine élevée le parasitisme est tantôt généralisé, tantôt partiel. Quels que soient l'importance et le nombre des amas de chlamydospores dans les panicules, nous avons constaté que le raccourcissement des tiges d'*Avena elatior* s'établit progressivement, d'année en année, tandis que parallèlement, le nombre des tiges florifères s'accroît. Des mensurations et des comptages effectués sur plusieurs souches établies dans une même station, par rapport à des souches reconnues constamment saines, croissant en mélange, fournissent les données suivantes :

	Années d'observation			
	1946	1948	1949 (1)	1950
Souches saines :				
Nombre de chaumes fertiles.........	7	9	7	7
Hauteur moyenne des chaumes......	91,3	99,6	80,7	91,8
Souches parasitées :				
Nombre de chaumes fertiles.........	7	11	12	14
Hauteur moyenne des chaumes......	88,7	76,5	72,2	65,7

(1) La chute dans l'élongation des tiges saines au cours de 1949 est vraisemblablement causée par une anormale sécheresse au début du printemps.

Au cours de son évolution, qui peut s'étendre sur 7 ou 8 ans dans les conditions naturelles de développement, *Ustilago Holci-Avenacei* provoque ainsi, d'une part, le raccourcissement des tiges sans toutefois altérer sensiblement la végétation, et, d'autre part, l'évolution anormale de bourgeons, habituellement avortés ou inactifs, qui multi-

plient le nombre des épillets dans lesquels s'achève la vie aérienne du parasite. Il se produit par la suite un épuisement progressif de la souche, qui marque le seuil du développement du complexe. Cette phase ultime s'achève par un facies « herbacé » chez *Avena elatior*, tandis que, pour *Avena bulbosa*, il se manifeste d'abord une réduction sensible dans la faculté de réserve du rhizome, qui ne présente bientôt plus les nodules caractéristiques de cette espèce.

C'est selon un processus comparable que s'accomplit le développement parasitaire de *Tuburcinia Agropyri* (PREUSS.) LIRO sur *Agropyrum repens* et *A. latiglumis*, *T. Melicae* LAGERH. sur *Melica nutans* et *M. uniflora*, *T. Bolivari* (BUB. et FRAG.) CIF. sur *Lolium perenne*, *Ustilago striiformis* (WEST.) NIESSL sur *Holcus lanatus*, *Agrostis* sp.

b) Le gigantisme.

L'élongation de la partie aérienne, sur laquelle se trouvent réparties, d'une façon plus ou moins apparente, les bractées modifiées qui constituent normalement l'appareil floral, réalise un facies particulier du parasitisme des Ustilaginales pérennantes. Dans un travail antérieur (1937), nous avons montré que les tiges de *Bromus erectus* parasitées par *Ustilago hypodytes* (SCHLECHT.) FR. s'accroissent démesurément par suite de l'élongation des articles de la panicule ou de l'épi. Pour *Bromus erectus*, qui présente le plus souvent 7 entre-nœuds sur une tige saine atteignant à peine un mètre de hauteur, les tiges issues de souches infectées par *Ustilago hypodytes* permettent de compter jusqu'à 24 entre-nœuds successifs sur une hauteur de 1,50 m. Au cours de cet allongement, dans la partie terminale de l'axe, en écartant la gaine de façon à libérer l'ensemble de l'entre-nœud et de découvrir complètement la masse sporifère, il est possible d'observer des rudiments de fleurs sous forme de petites bractées, fortement imbriquées, le plus souvent incurvées les unes sur les autres ou enroulées en spirale pour constituer un peloton noduleux. Ces bractées étagées le long du rachis modifié sont le plus souvent sessiles, elles disparaissent alors de bonne heure au fur et à mesure que se constituent les chlamydospores. D'autres fois, elles sont portées par un court pédicelle et demeurent encastrées dans la gaine développée à partir du nœud correspondant. Elles s'isolent très rarement de l'axe principal pour constituer un faisceau foliacé différent du bouquet terminal.

Ainsi, la portion extrême de *Bromus erectus* soumis au parasitisme de *Ustilago hypodytes* provient de l'étirement de l'axe principal et des rachis secondaires profondément dissociés. Chaque groupement de bractées correspond à un ou plusieurs épillets avortés ou quelquefois à une seule fleur dont les glumellules, l'androcée et le gynécée ont disparu, tandis que les glumes et les glumelles, inégalement et anormalement développées, prennent une structure foliacée.

Cette augmentation en longueur de l'axe de la plante-hôte par suite de l'étirement de l'inflorescence explique le gigantisme qui s'ob-

serve également sur *Agropyrum repens* parasité par *Ustilago agrestis* Syd., sur *Dactylis glomerata* détruit par *U. Salveii* B. et Br. A ce mode évolutif se relie également l'élongation de la grappe florale de *Muscari comosum* sur l'effet de *Ustilago Vaillantii* Tul., qui transforme chaque fleur en une sorte de capsule renfermant la masse sporifère brun-olive, pulvérulente. Les grappes florales de *Muscari* attaquées par le charbon, très apparemment déformées, sont plus longues et de ce fait souvent infléchies. Les fleurs deviennent ainsi plus écartées les unes des autres tandis que le périgone apparaît urcéolé, largement ouvert au sommet. De semblables modifications, intervenant chez les Liliacées, ont permis la création d'espèces telles que *Muscari nemorense*, *Hyacinthus fuliginosus*, *Leopoldia calandriniana*.

IV. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Le développement parasitaire des Ustilaginales offre de nombreux exemples pour lesquels la plante-hôte se comporte en élément-support constant de l'organisme pathogène ; la durée de l'hôte règle l'accomplissement du cycle évolutif du parasite ; la prolongation de cette durée s'avère dans tous les cas favorable à la végétation de la cryptogame.

La relative lenteur de l'extension de l'Ustilaginale, au sein d'une plante-hôte, détermine l'action parasitaire, qui ne saurait être destructrice localement sans nuire à la vie même du parasite.

Au cours de l'épanouissement des hyphes, suivant l'espèce parasite considérée, se manifestent des modifications profondes dans la morphologie normale de l'hôte.

a) On assiste à un arrêt dans l'évolution de certaines bractées. La persistance d'organes foliacés, en lieu et place d'étamines et d'ovaire dans les épillets modifiés de *Bromus erectus* sous l'action de *Ustilago hypodytes*, ainsi que la formation capsulaire du fruit de *Panicum maximum* parasité par *Tilletia heterospora*, s'expliquent ainsi.

b) Dans certaines cécidies localisées aux organes floraux, s'opère une substitution partielle ou totale à l'ovaire et ses annexes d'un sac sporifère présentant une structure particulière, mais constante pour un même couple : hôte × parasite. La conformation de la tumeur procure à la définition de la cryptogame des caractères spécifiques. Au contact du manchon hyphal, sans que celui-ci pénètre la paroi de la cécidie, qui est une formation stricte de la plante-support, on constate des anomalies de croissance pour des organes cependant non soumis directement à l'action propre du parasite. Le manque d'élongation dans les fleurs d'*Oxalis stricta* envahies par *Ustilago Oxalidis*, l'hypertrophie du filet des étamines du blé parasité par *Ustilago Tritici*, la persistance de ces mêmes organes dans les fleurs de *Panicum repens* pour la cécidie de *Sorosporium formosanum*, leur adhérence plus ou moins accusée à la base de la tumeur provoquée par *Sorosporium*

Loudetiae aux dépens des ovaires de *Loudetia* sp., constituent autant d'exemples des modifications périphériques qui se produisent en même temps que s'accroît la cécidie.

c) On peut admettre que, par leur présence et leur développement exagéré, certains organes de la fleur ou de l'inflorescence participent au maintien de la cécidie jusqu'à pleine maturation des chlamydospores. Telles sont les glumes et les glumellules de l'épillet de *Panicum maximum* parasité par *Tilletia heterospora*, les étamines de *Loudetia* quand se développe la cornicule sporifère.

d) De telles modifications sont de préférence localisées aux bractées florales lorsque la plante-hôte ne renferme le mycélium végétatif que dans le laps de temps qui correspond à celui de la croissance de l'axe principal de la plante-hôte. Par contre, ces modifications sont beaucoup plus étendues et intéressent tous les organes lorsque le mycélium se maintient, d'une période végétative à une autre, dans les parties pérennes de l'hôte.

e) Le nanisme des tiges atteintes de charbon est un phénomène général. Plus ou moins accusé suivant les espèces, sa manifestation est peu prononcée dans le cas des espèces cécidiogènes (charbons des inflorescences) du fait de la durée limitée du parasite au sein de l'hôte. Le nanisme de l'axe-support est une conséquence constante du parasitisme des Ustilaginales pérennes.

f) Le gigantisme des tiges attaquées par une Ustilaginale correspond en fait à l'élongation de l'inflorescence dont l'axe principal porte, de distance en distance, des bractées provenant du développement anormal et incomplet des enveloppes florales.

(Travaux du Laboratoire de Recherches annexé au Laboratoire de Pathologie végétale de l'Institut National Agronomique.)

Reçu le 16 *février* 1951.

PARASITES ET PRÉDATEURS DU CRIQUET MIGRATEUR

(*Locusta migratoria gallica* REM.)

DANS LES LANDES DE GASCOGNE DE 1945 A 1950

PAR

R. ROEHRICH

Station de Zoologie Agricole du Sud-Ouest.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — **Ennemis des Œufs** : *Scelionidæ*, *Anastæchus nitidulus*, *Stomatorrhina lunulata* **et prédateurs divers.**

II. — **Ennemis des Larves et des Adultes.**

A. *Gesneriodes lineata* : cycle biologique, action parasitaire, taux de parasitisme et parasitisme des larves.

B. *Acridomyia saccharovi* : cycle biologique, action parasitaire, taux de parasitisme et parasitisme des larves.

C. *Autres parasites des Adultes* : Diptères, Nématodes et Acariens.

D. *Prédateurs des Larves et Adultes* : Insectes, Araignées, Vertébrés et Plantes carnivores.

E. *Maladies cryptogamiques et bactériennes.*

Résumé et conclusion.

INTRODUCTION

Au cours de la pullulation du Criquet migrateur dans les Landes de Gascogne de 1945 à 1948, de nombreuses observations ont pu être faites sur ses parasites devenus eux aussi beaucoup plus communs par suite de la multiplication de leurs hôtes. Ces recherches furent effectuées en 1945 par ARNOUX et REMAUDIÈRE, et par REMAUDIÈRE seul en 1946. Nous les avons reprises ensuite en 1947 et 1948 (avec la collaboration de REMAUDIÈRE en juin et septembre 1947). Dans le présent article, nous rappellerons les faits déjà signalés par ARNOUX et REMAUDIÈRE dans différentes publications (1, 3, 6, 12, 13) les reliant aux observations et expériences conduites en 1947 et 1948.

L'étude des ennemis du Criquet migrateur présente un double intérêt : d'abord d'élucider un des plus importants facteurs de régression de l'invasion, et ensuite de fournir des renseignements biologiques sur différents insectes, parfois très peu connus jusqu'alors.

I. — ENNEMIS DES ŒUFS

Les principaux ennemis des œufs des Acridiens (GRASSE, 7) sont :

1° Des Hyménoptères *Scelionidae*, parasites internes des œufs ;

2° Des Diptères, prédateurs des œufs, appartenant principalement aux familles des *Bombylidae*, *Sarcophagidae* et *Anthomyidae* ;

3° Des Coléoptères, également prédateurs des œufs, appartenant aux familles des *Cleridae*, *Trogidae* et surtout *Meloïdae (Zonabris* et *Epicauta)*.

Dans les Landes de Gascogne, à part une capture de Coléoptères *Byrrhidae*, nous n'avons trouvé dans les oothèques de *Locusta migratoria* L. que des *Scelionidae* et des Diptères dont les principaux étaient *Anastaechus nitidulus* FAB. et *Stomatorrhina lunata* F.



FIG. 1. — *Anastœchus nitidulus* FAB. adulte (X 3) (insecte piqué).

1° *Les Scelionidae, parasites des œufs.* — Ces petits Hyménoptères sont les seuls vrais parasites des œufs de *Locusta migratoria* L. observés dans les Landes de Gascogne. Ils ont été découverts par REMAUDIÈRE (12) le 19 juin 1946 dans une seule oothèque, entre Lacanau et Carcans. Les adultes sont sortis au début de septembre à l'époque des pontes de *Locusta migratoria* L. Cet Insecte n'a jamais été repris en dehors de cette unique capture. Dans certains pays, le rôle des *Scelionidae* peut être important puisqu'en Australie NOBLE (8) a observé plus de 80 p. cent des œufs du Criquet australien, *Chortoicetes (Calataria), terminifera* WLK, parasités par *Scelio frigidus* CRWF.

2° *Les Bombylidae, prédateurs des œufs.* — De nombreux *Bombylidae* vivent aux dépens des oothèques de diverses espèces d'Acridiens (GRASSE, 7), mais un seul : l'*Anastaechus nitidulus* FAB. fut trouvé se nourrissant des œufs de *Locusta migratoria* L. dans les Landes de Gascogne. Cet Insecte était connu comme parasite des pontes de *Dociostaurus maroccanus* TUMB en France méridionale, Espagne, Portugal, Afrique du Nord et Transcaucasie, et comme parasite des pontes de divers Acridiens dont *Locusta migratoria* L. en U.R.S.S. (SEGUY, 17).

L'adulte *(fig. 1)* vole de juillet à septembre en butinant sur les fleurs. Nous n'avons pu observer la ponte, ni la larve néonate qui,



FIG. 2. — *Anastæchus nitidulus* FAB. larve vidant un œuf dans une oothèque (X 3).

FIG. 3. — *Anastæchus nitidulus* FAB. larve en diapause et nymphe (X 4).

comme celle des autres *Bombylidae*, doit être active et rechercher ses proies.

La larve vit à l'intérieur de l'oothèque, ses pièces buccales implantées dans les œufs (*fig.* 2). Sa consommation a été de six œufs, du 14 octobre au 10 novembre 1947. Au moment où s'achève son développement, soit de la mi-septembre à octobre, elle quitte l'oothèque et entre en diapause dans une petite logette de terre. Cependant l'arrêt de développement est possible à un stade plus précoce : ainsi, une larve capturée fin avril à Villagrains (Gironde) se nourrissait encore et a mué le 12 mai ; de toutes façons, les larves entrent en diapause jusqu'en juillet ou août, puis donnent, après une dizaine de jours de nymphose (*fig.* 3), des adultes de juillet à septembre. La ponte de *Locusta migratoria* L. ne commençant qu'au début de septembre, il est vraisem-

blable que les premières larves d'*A. nitidulus* évoluent aux dépens d'oothèques d'autres Acridiens.

Cet insecte a d'ailleurs eu une action assez peu importante, en raison de la faiblesse du taux de parasitisme (au maximum 10 à 15 p. cent des oothèques partiellement détruites à Lacanau en 1946, d'après REMAUDIÈRE, 12) et qui n'a pas augmenté au cours de l'invasion.

3° *Stomatorrhina lunata* F, *Sarcophagidae, prédateur des œufs.* — Ce Diptère, d'importance parfois primordiale dans la réduction des pullulations acridiennes (95 p. cent des oothèques de *Locusta migratoria* L. dévorées en U.R.S.S. d'après SKALOV, (18) n'a guère été observé dans les Landes de Gascogne qu'en 1946 (REMAUDIÈRE, 12).



FIG. 4. — *Stomatorrhina lunata* F. adulte (X 5).

Les larves et les pupes étaient fréquentes dans les oothèques en automne 1945 et les adultes (*fig.* 4) émergèrent à la fin d'octobre en laboratoire et probablement aussi dans la nature. Depuis, nous avons seulement aperçu un adulte et quelques larves en 1947. Contrairement aux autres ennemis des Acridiens *Stomatorrhina lunata* est devenu de plus en plus rare à mesure que progressait l'invasion de *L. migratoria.* L'émergence prématurée des mouches en octobre paraît responsable de la presque disparition de cette espèce, SKALOV (18) ayant aussi remarqué en U.R.S.S. que les éclosions prématurées entraînaient une grosse mortalité en hiver. Nous n'avons pu observer la ponte dans la région ; les mouches creusent le sol et déposent les œufs sur les oothèques elles-mêmes. On a d'ailleurs constaté que l'infestation est plus

considérable dans les terres fortes où les trous de ponte ne se rebouchent pas (SEGUY, 17 et RÉGNIER, 11).

4° *Autres prédateurs des œufs.* — D'autres animaux se nourrissent d'une façon moins spécialisée des oothèques de Criquets. Parmi ceux-ci signalons les volailles, particulièrement efficaces dans les champs labourés, les Courtilières et divers autres Insectes, dont les plus caractéristiques sont les suivants :

a) *Thereva bipunctata* MG *(Dipt. Therevidæ)* trouvé à plusieurs reprises au voisinage d'oothèques dévorées ou même à l'intérieur.

b) *Hylemyia* sp *(Dipt. Anthomyidæ)*, obtenus au nombre d'une cinquantaine à partir d'une seule oothèque (REMAUDIÈRE, 12).

c) *Byrrhus* sp *(Col. Byrrhidæ) :* huit nymphes découvertes parmi des oothèques dévorées (REMAUDIÈRE 12).

d) *Nématodes* observés dans les champs de ponte ayant été submergés au cours de l'hiver. Leur action néfaste pour les œufs de Criquets est démontrée par REMAUDIÈRE (13). Plusieurs des œufs de l'oothèque infestée avaient leur contenu coagulé, malgré leur forte résistance à l'humidité (REMAUDIÈRE 14).

Par contre, les Zonabris *(Z. variabilis* PULL. et *Z. heraclei)* Coléoptères très communs dans la région à partir de 1945, n'ont jamais été observés comme prédateurs des oothèques de *Locusta migratoria* L. : leur présence en juin et juillet est d'ailleurs trop précoce pour que leurs larves puissent infester les pontes de *L. migratoria* L. déposées en septembre et octobre. Il semble plus vraisemblable que ces deux Coléoptères vivent aux dépens des œufs de divers autres Orthoptères, *Aedalus decorus* (GERM) *Aedipoda cærulescens* L., *Calliptamus italicus* L. et *Ictericus* SERV var. *Chopardi*, espèces s'étant particulièrement montrées fréquentes dans les Landes de Gascogne pendant les années de pullulation de *L. migratoria* L.

II. — ENNEMIS DES LARVES ET DES ADULTES

Parmi les parasites des larves et des adultes, deux Diptères, un *Sarcophagidæ*, *Gesneriodes lineata* FALL et un *Muscidæ*, *Acridomyia sacharovi* STOCK se sont montrés d'une importance considérable. Nous les étudierons en premier, réservant les trois derniers paragraphes aux parasites, aux prédateurs de moindre importance, ainsi qu'aux maladies d'origine cryptogamique ou bactérienne.

A. — Gesneriodes lineata Fall.

1° Cycle biologique. — a) *L'adulte et la ponte.* — *Gesneriodes lineata* FALL, Diptère un peu plus grand qu'une mouche domestique (fig. 5), est très commun à partir du mois de juin dans toute la région landaise. Les mâles se reconnaissent à leurs yeux contigus sur le vertex ;

ils sont beaucoup plus rares que les femelles dans la nature bien qu'en élevage nous avons noté un nombre égal d'individus des deux sexes.

La femelle est ovovivipare et expulse en plein vol des jeunes larves toutes formées (REMAUDIÈRE). La Mouche s'élance à la poursuite du Criquet ou de n'importe quel objet lancé en l'air, et, parvenue à hauteur de sa proie, projette un paquet de larves. C'est la vibration qui attire *G. lineata*, puisqu'il s'élance sur un Criquet battant des ailes, retenu par les pattes. L'infestation n'est possible que si le vol est d'assez longue durée ; ainsi n'a-t-on pu l'obtenir en insectarium.

b) *Le développement larvaire.* — Sur le Criquet poursuivi par *G. lineata* tombent environ de 1 à 4 jeunes larves qui rampent à la surface du corps à la recherche d'un orifice de pénétration. Pendant ce temps, le Criquet se débat, fait vibrer ses ailes, se frotte avec ses pattes postérieures semblant vouloir ainsi se débarrasser de ses parasites. L'étude expérimentale de la pénétration, effectuée avec l'aide de mon collègue E. BILIOTTI a été gênée par la grosse mortalité des insectes non parasités, gardés en insectarium [1] pour ces expériences. Nous avons cependant retrouvé le lendemain, à la surface des muscles, et quatre jours après dans la cavité générale, les asticots précédemment déposés sur les tergites méso et métothoraciques. Bien qu'ils aient déjà atteint le tiers de leur taille maximum, il ne nous a malheureusement pas été possible de conduire cet élevage à son terme.



FIG. 5. — *Gesneriodes lineata* FALL. adulte (X 4).

A son complet développement, la larve qui atteint 12-13 mm, vit dans la cavité générale de son hôte, sans causer aucune lésion apparente. Le nombre de larves parasitant un Criquet varie en général de 1 à 4 ; exceptionnellement, il peut atteindre 11 (Tableau I).

(1) Il s'agit sans doute d'une maladie microbienne.

TABLEAU I

Nombre de larves de Gesneriodes lineata FALL *par Criquet, en septembre-octobre* 1947 *(relevé établi par l'examen de* 128 *Criquets parasités).*

Nombre de larves par Criquet	1	2	3	4	5	6-10
Fréquence (p. cent) ..	55	28	8	5	2 1/2	1 1/2

c) *La pupaison.* — A l'issue de leur développement, les asticots quittent leur hôte en perçant la membrane collaire, puis s'enfoncent dans la terre où elles se pupifient. La période nymphale a duré 17 jours en juillet 1947 (température moyenne : 21°7C) et de 26 en septembre (19°6C). Les larves ayant atteint leur taille définitive, donnent des pupes dans les mêmes conditions lorsqu'elles ont été extraites du Criquet par dissection.

d) *La diapause.* — L'hibernation se produit à l'état de larves complètement développées, dans le sol. Il s'agit d'une vraie diapause, qu'il n'est pas possible d'interrompre par simple retour aux bonnes conditions. En 1947, les premières larves hibernantes ont été capturées le 4 septembre, mais jusqu'au milieu de ce mois, leur proportion variait beaucoup selon la localité (Tableau II).

TABLEAU II

Pourcentage d'entrées en diapause des larves de Gesneriodes lineata FALL, *capturées en* 1947 *(sur* 148 *individus).*

Lieu de capture	Jauge	Plaisance	Labrit	Villagrains
Date de capture	4 septembre	10 septembre	10 septembre	11 septembre
Pourcentage de larves hibernantes	89	0	33	17

Une certaine proportion des *G. lineata* passe cependant l'hiver à l'état de pupes. REMAUDIÈRE (13) a obtenu en novembre 1946 près de 10 p. cent de pupaison : d'ailleurs, aucun adulte n'était encore sorti fin mars, bien que les pupes fussent encore vivantes à ce moment-là. (Certaines d'entre elles cependant étaient parasitées par un Chalcidien.)

2° **Action parasitaire.** — Les larves de *G. lineata* vivent dans la cavité générale du Criquet sans causer de troubles graves. L'Insecte hôte est toujours capable de voler, de se nourrir, de s'accoupler et de pondre. L'orifice de sortie du parasite dans la membrane collaire se cicatrise facilement (certains Criquets, bien vivants cependant, montrent jusqu'à six cicatrices collaires). En cas de parasitisme multiple, on observe seulement une réduction de la ponte.

Ainsi, placés dans les mêmes conditions, des Criquets n'ayant qu'une seule cicatrice collaire ont pondu 4 à 6 oothèques, alors que ceux en possédant deux n'ont pondu qu'une seule fois (REMAUDIÈRE, 13). En octobre 1947, nous avons pu conduire une expérience analogue, mais en employant des Criquets plus âgés, ayant déjà déposé plusieurs oothèques (Tableau III).

TABLEAU III

Fécondité comparée des Criquets sains et parasités.

	Insectes sains 79 individus	Insectes avec cicatrices collaires 58 individus	Insectes avec cicatrices abdominales 106 individus
Parasite	—	*Gesneriodes lineata*	*Acridomyia sacharovi*
Mortalité en 13 jours	75 p. cent	74 p. cent	92 p. cent
Oothèques pour 100 insectes	45	38	35
Œufs par oothèques	37	26	24
Œufs pour 100 Insectes	1.665	988	840

Comme on le voit, la ponte est donc réduite d'environ 40 p. cent du fait du *Gesneriodes*.

3° Taux de parasitisme. — Le taux de parasitisme a été déterminé par dissection, le jour même de la capture ou le lendemain (A noter que d'après RUKOVISHNIKOV (16) il serait inférieur au taux réel de parasitisme, obtenu par dissection après plusieurs jours d'élevage). Nous considérons comme taux de parasitisme le rapport entre le nombre des Insectes parasités *ou ayant été parasités*, et le nombre total d'individus disséqués.

a) *Variations du taux de parasitisme selon le sexe.* — En 1945, le parasitisme était sensiblement plus élevé chez les femelles que chez les mâles (REMAUDIÈRE, 13) mais il devint presque égal par la suite (40 p. cent pour les mâles et 43 p. cent pour les femelles en septembre-octobre 1947).

Le rapport entre les taux de parasitisme des mâles et des femelles varie d'ailleurs au cours de l'année. Faible en juillet (0,33), il augmente jusqu'au début de septembre (1,26) pour retomber ensuite à 0,75. Les variations de ce rapport s'expliquent fort bien par le mécanisme d'infestation en plein vol : en juillet, lorsque les individus des deux sexes volent également, ceux dont la surface est plus grande (les femelles) sont plus fréquemment atteintes par les larves ; en septembre, les femelles ayant leur activité diminuée par la ponte, et par l'action parasitaire d'*Acridomyia sacharovi*, volent moins, donc s'exposent moins aussi aux attaques du *G. lineata ;* enfin, en fin de saison, les mâles meurent les premiers, et parmi eux les parasités, d'où diminution de leur taux de parasitisme relatif.

b) *Variations du taux de parasitisme selon les bandes.* — A la même date, le taux de parasitisme varie dans d'assez fortes limites selon les bandes (Tableau IV).

TABLEAU IV

Parasitisme par Gesneriodes lineata FALL, *les* 10 *et* 11 *septembre dans* 4 *localités.*

Localité	Plaisance	Labrit	Trensacq	Villagrains
Taux de parasitisme	30 p. cent	50 p. cent	48 p. cent	40 p. cent
Pourcentage de Criquets renfermant des larves	19	22	3	15

c) *Variations du taux de parasitisme au cours de l'année.* — La variation du taux de parasitisme pour l'année 1947 n'a pas pu être étudiée sur une seule bande, à cause des migrations. Le Tableau V donne donc cette variation pour l'ensemble des bandes étudiées.

TABLEAU V

Variation du taux de parasitisme par Gesneriodes lineata *au cours de l'année* 1947.

Mois	Juillet	Septembre	Octobre
Taux global de parasitisme	4 p. cent	42 p. cent	43 p. cent
Pourcentage de Criquets renfermant des larves	4	13	18

A partir de septembre, il a été possible d'étudier l'évolution du parasitisme dans une bande d'adultes stationnée pour la ponte à Captieux (Gironde) grâce à des dissections quotidiennes effectuées par R. PONS. Le pourcentage de Criquets contenant des larves vivantes de *G. lineata* est passé de 34 p. cent le 13 septembre à 2 p. cent le 21, puis est remonté jusqu'à 36 p. cent le 6 octobre pour retomber à partir du 9 et atteindre 14 p. cent du 13 au 18. L'infestation ne serait donc pas continue, à moins que les Criquets contenant des larves aient été plus sensibles aux froids relatifs survenus le 21 septembre et le 10 octobre (minimum nocturne 10°C). Quant aux Criquets présentant des cicatrices collaires, leur nombre s'élève régulièrement de 37 à 64 p. cent avec un seul fléchissement du 9 au 13 octobre, explicable seulement par une mortalité supérieure à celle des Criquets sains.

d) *Variations du taux de parasitisme d'une année à l'autre.* — Pour les Criquets capturés en septembre et en octobre, le taux global de parasitisme par *G. lineata* est passé de 25 p. cent en 1945 à 42 p. cent en 1946. Il est resté à peu près constant par la suite : 42 p. cent en 1947 et 43 p. cent en août 1948 [1].

[1] Les Criquets étaient trop rares en septembre 1948 pour que l'on puisse calculer un taux de parasitisme valable.

4° Parasitisme des larves. — En 1946 et 1947, et malgré le nombre élevé de dissections (2 000 en 1946), aucune larve de *L. migratoria* L. ne fut trouvée parasitée par *G. lineata.* C'est seulement le 25 juillet 1948, dans une bande très retardée comprenant des adultes et des larves de tous âges, que furent capturées deux femelles du 5e âge (sur 35) renfermant une larve de *G. lineata.* Nous ne pouvons concevoir comment a pu avoir lieu l'infestation. Il est cependant probable que les asticots soient passés sur les larves de Criquets après



FIG. 6. — *Acridomyia sacharovi* Stock adulte (X 7).

avoir été projetés sur un adulte en vol. Ce fait expliquerait la faiblesse du taux de parasitisme des larves, malgré la présence de nombreux *Gesneriodes lineata* autour des bandes de larves de *L. migratoria* L.

B. — Acridomyia sacharovi Stock.

1° Cycle biologique. — a) *L'adulte.* — *A. sacharovi* STOCK (fig. 6) est un petit diptère, de 3 à 4 mm de longueur à peine, reconnaissable à ses ailes repliées en ciseaux au repos. Il passe absolument inaperçu dans la nature ; un seul exemplaire a été capturé en septembre 1946 par REMAUDIÈRE, et avant sa découverte en 1945 dans la région des Landes de Gascogne par ARNOUX et REMAUDIÈRE (1), il n'était connu que du sud de l'U.R.S.S. (9, 16). Sa ponte n'a pu être observée, ni dans la nature, ni en élevage.

b) *La larve.* — Une description détaillée en a été donnée récemment par ARNOUX et REMAUDIÈRE (1). A son complet développement, elle atteint 4 à 6 mm. de longueur. Le nombre de larves par Criquet (Tableau VI) est variable, souvent très élevé, une trentaine en moyenne pour les femelles et un vingtaine pour les mâles. Les maxima sont 79 pour les mâles et 185 pour les femelles (femelle capturée par G. REMAUDIÈRE à Pissos, en septembre 1947).

TABLEAU VI

*Nombre de larves d'*A. sacharovi *dans les Criquets sans cicatrices abdominales en septembre-octobre* 1947 *(examen de* 175 *Criquets parasités).*

Nombre de larves par Criquet....	0-20	20-40	40-60	50-80	plus de 80
Femelles	37 p. cent	34 p. cent	22 p. cent	5 p. cent	2 p. cent
Mâles	48 p. cent	42 p. cent	6 p. cent	4 p. cent	0 p. cent

Souvent, dans un même Criquet, la dissection révèle l'existence de larves de plusieurs âges : ARNOUX et REMAUDIÈRE (1) attribuent ce fait à la concurrence alimentaire, la faiblesse de l'infestation en 1945 (1 p. cent) rendant improbable des pontes multiples sur le même individu.

c) *La pupe.* — Les larves quittent le corps de leur hôte en perforant la membrane articulaire entre les tergites VIII et IX, puis s'enfoncent dans le sol pour se transformer. On obtient également des pupes à partir des larves retirées par dissection du Criquet, mais les pupes formées à partir de larves trop petites meurent rapidement.

Les pupes formées en juillet donnent des adultes l'année même (50 p. cent en août, puis après un arrêt en septembre, 30 p. cent en octobre et 20 p. cent de mortalité). Au contraire, les pupes formées en septembre et octobre entrent presque toutes en diapause (6 à 11 p. cent seulement d'émergence en 1947). La diapause est très difficile à rompre, nous n'avons pu obtenir de réactivation par choc-thermique. Elle dure très longtemps : de nombreuses pupes formées en septembre 1945, étaient encore vivantes un an et demi après, en avril 1947 (REMAUDIÈRE, 13).

Les larves restées dans le corps du Criquet, après la sortie des autres, se transforment elles aussi en pupes, mais ces dernières ne tardent pas à mourir.

2° Action parasitaire.— Les larves vivent à l'intérieur de la cacité générale sans causer de lésions. Les ovaires se développent normalement, sauf si les parasites sont trop nombreux (ARNOUX et REMAUDIÈRE, 1). Cependant RUKAVISKNIKOV (16) aurait observé en U.R.S.S. une véritable castration parasitaire.

De toutes façons, la sortie des larves provoque une grosse mortalité par hémorragie, et, même si les plaies se cicatrisent, la fécondité

est très diminuée. En effet, le 10 et 11 septembre 1947 : 63 p. cent des femelles non parasitées avaient pondu, mais seulement 53 p. cent des femelles parasitées par *G. lineata* et 17 p. cent des femelles parasitées par *A. sacharovi*, soit une diminution de fécondité de 15 p. cent et de 76 p. cent respectivement.

D'autre part, nous avons vu dans le Tableau III que la fécondité des femelles parasitées par *A. sacharovi* (assez résistantes pour survivre aux premiers froids) était tout de même réduite de 50 p. cent.

Par l'accroissement de la mortalité et la diminution de la fécondité des survivants, *A. sacharovi* limite sérieusement la multiplication du Criquet migrateur.

3° **Taux de parasitisme.** — a) *Variations selon le sexe, les bandes et l'époque.* — *Acridomyia sacharovi* parasite surtout les femelles, d'où l'importance particulière de son action (Tableau VII).

TABLEAU VII

Taux de parasitisme comparé des mâles et des femelles chez A. Sacharovi.

Année	Femelles	Mâles
1945	1	0
Septembre-octobre 1947	41	24
Juillet 1948	8	3

Le taux de parasitisme est encore plus variable selon les bandes que pour *G. lineata* (Tableau VIII).

TABLEAU VIII

Taux de parasitisme par A. Sacharovi *de Criquets capturés les* 10 *et* 11 *septembre* 1947.

Localité		Trensacq	Villagrains	Labrit	Plaisance
Taux global de parasitisme	♀	70	32	34	14
	♂	51	28	21	11
Pourcentage de Criquets renfermant des larves vivantes	♀	54	5	4	4
	♂	42	3	4	6

Pour l'ensemble des bandes, le taux de parasitisme, d'abord faible du début de juillet au milieu d'août (5 p. cent des femelles en 1947) augmente ensuite atteignant 14 à 70 p. cent, selon les bandes, en septembre, puis reste à peu près constant (38-49 p. cent en octobre). Cependant le nombre des Criquets contenant des larves vivantes diminue à la fin de la saison, et le 28 octobre 1947, seules 2 p. cent des femelles et aucun mâle n'abritaient le parasite.

b) *Variation du taux de parasitisme d'une année à l'autre.* — Nous ne pouvons prendre en considération que le pourcentage de Criquets renfermant des larves, les cicatrices abdominales n'ayant pas été observées avant 1947 (Tableau IX).

TABLEAU IX

Variation du parasitisme par A. Sacharovi *de 1945 à 1950 (taux de parasitisme de la bande la plus parasitée, en tenant compte que du Criquet renfermant des larves).*

	1945	1946	1947	1948	1950
Juillet-Août	—	—	5 p. cent	12 p. cent	100 p.cent
Septembre-Octobre	3-4 p.cent	18 p. cent	54 p. cent	—	—

Le parasitisme par *Acridomyia sacharovi* a donc régulièrement progressé au cours de l'invasion. Il s'est non seulement maintenu, mais a augmenté après la fin de celle-ci : les rares Criquets capturés fin juillet 1950 par R. PONS étaient en effet tous parasités. La diapause prolongée des pupes a certainement aidé la survie d'*A. sacharovi*, malgré la rareté accrue de son hôte.

4° **Parasitisme des larves.** — Les attaques d'*A. sacharovi* sur les larves de Criquets bien que plus fréquentes que celles de *G. lineata* sont restées inaperçues jusqu'en 1947, en raison du faible taux du parasitisme au début de juillet. Le nombre de larves par Criquets du 5e âge varia de 7 à 29 ; le taux de parasitisme atteignant 10 p. cent des femelles et 2 p. cent des mâles à Garein, en juillet 1948 (adultes 12 p. cent et 2 p. cent). Nous n'avons observé qu'une larve du 4e âge parasitée : elle contenait 5 jeunes *Acridomyia.*

A. sacharovi est donc capable de parasiter aussi bien les larves que les adultes, mais la faiblesse du taux de parasitisme au début de la saison ne lui permet pas d'avoir une action importante avant la mue imaginale de son hôte.

C. — Autres parasites des adultes.

1° **Autres Diptères.** — Une larve de diptère *Anthomyidae* a été trouvée une seule fois en juin 1947 dans la cavité générale d'un Criquet. Ces Diptères ont un régime très varié, surtout saprophage : ainsi *Chortophila cana* MACQ a été capturé dans les oothèques et dans les adultes de *Schistocerca gregaria* FORSK. par LE CERF (SEGUY, 17).

2° **Les Nématodes, parasites des adultes.**— Parfois, la dissection révèle dans la cavité générale la présence d'un ver Nématode (fig. 7) de la famille des *Mermitidae* (REMAUDIÈRE, 13) mesurant jusqu'à 20 cm de longueur. Mais ils sont toujours restés très rares : 3 en 1946 sur plusieurs milliers, et 7 sur 4 500 Criquets en 1947. Au total : 7 dans les femelles et 3 dans les mâles.

L'action parasitaire est assez faible : sur les trois cas observés en 1946, REMAUDIÈRE (13) n'a remarqué qu'une seule fois une atrophie des ovaires. Dans certains pays cependant, les *Mermitidae* peuvent avoir une importance considérable : 3 à 72 p. cent de parasitisme entraînant souvent la mort au Kenya (BLUNT, 2).

3° Acariens. — Dans la région landaise, nous n'avons trouvé qu'une seule fois des Acariens parasites externes de *Locusta migratoria* L. Il s'agissait de larves d'*Euthrombidium trigonum* HEM, très abondantes au contraire sur les autres Orthoptères : *Calliptamus italicus, Metrioptera affinis.* Dans les pays où ils sont nombreux (U.R.S.S.), les larves d'*Euthrombidium* (*E. debilipes* Leon) ne causent pas de dommages appréciables aux Criquets (les plus parasités voient seulement leur consommation augmenter), toutefois, les adultes détruisent une certaine proportion des œufs dans les oothèques (POPOVA, 10).

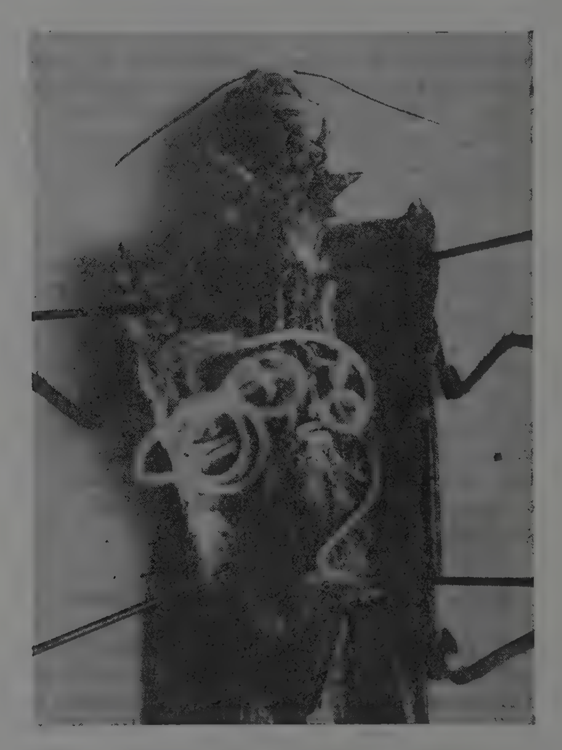


FIG. 7. — *Mermitidæ*, parasite dans la cavité générale d'un Criquet.

D. — Prédateurs des larves et des adultes.

1° Les Insectes. — Les jeunes larves, encore au stade rampant, sont assaillies par les Fourmis et les Criquets plus âgés. C'est à cette époque qu'elles subissent les attaques les plus importantes de la part des prédateurs. Par la suite, elles peuvent aussi devenir la proie des

Asilidae ou des *Sphex* (ces derniers les paralysent pour l'alimentation de leurs jeunes). Seuls parmi les insectes, les Mantes religieuses *(Mantis religiosa* L.) et les Sauterelles vertes (*Tettigonia viridissima* L) sont capables d'attaquer et de dévorer les *Locusta* adultes. Enfin les Criquets sont très friands de leurs congénères blessés ou en train de muer.

2° Les Arachnides. — Diverses Araignées capturent les Criquets (par exemple les *Agelena* dont les entonnoirs de soie renferment souvent des larves du 3e âge), mais seule l'Epeire tigrée, *Argiope brünnichi* Scop. a une toile assez solide pour résister aux ruades des adultes. Avant d'approcher et d'injecter son venin, l'Araignée projette d'ailleurs aussitôt sur sa proie des nappes de soie qui l'immobilisent rapidement.

3° Les Vertébrés. — Divers oiseaux et lézards consomment des quantités importantes de Criquets. Nous citerons en particulier les volailles : les poules en ont fait une consommation telle que le vitellus des œufs avait pris une teinte rougeâtre, et les troupeaux de dindons conduits au milieu des petites bandes, étaient capables de les anéantir (voir aussi Grassé, 7).

Cependant, en période de pullulation, les prédateurs sont incapables de freiner efficacement la multiplication du Criquet.

4° Plantes carnivores. — Dans les fossés des régions humides, la *Drosera rotundifolia* capture les jeunes criquets jusqu'au 3e stade et ne laisse subsister que le squelette chitineux. Mais ces plantes sont trop rares pour avoir le moindre rôle actif.

E. — Maladies cryptogamiques et bactériennes.

Dans la nature, le Criquet migrateur n'a pas été atteint de maladies cryptogamiques. Ce n'est qu'en laboratoire et en insectarium qu'ils ont parfois été envahis par deux champignons parasites déterminés par Mlle Gaudineau comme étant un *Fusarium* et un *Penicillium* (Remaudière, 13).

L'Epizootie due à *Empusa grylli* qui dévasta les groupements de *Calliptamus italicus* dans le Médoc en 1947, ne se propagea nullement sur les Criquets migrateurs présents dans cette région. D'après Grassé, (7), *Empusa grylli* présenterait des races biologiques ne pouvant passer d'un Orthoptère à l'autre.

Par contre, la grosse mortalité observée en 1948 sur les Criquets migrateurs semble être d'origine bactérienne. Les symptômes : liquéfaction du contenu intestinal devenant noirâtre, raidissement des pattes postérieures, corps flasque, se rapprochent des caractères donnés par Grassé (7) de l'infestation par *Coccobacillus acridiorum* d'Herelle. Cette maladie ne s'est développée qu'en 1948, première année à été humide depuis le début de la pullulation, elle est donc sous l'entière dépendance du climat.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1° A la faveur de la pullulation de *Locusta migratoria* L. dans les Landes de Gascogne, nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs ennemis de cet Insecte attaquant soit les œufs, soit les adultes.

2° La plupart des parasites et prédateurs observés étaient connus en France comme ennemis d'Acridiens divers. Un seul, *Acridomyia saccharovi* avait été trouvé jusqu'ici seulement dans la région de la Mer Caspienne, en U.R.S.S. Il existait certainement dans les Landes de Gascogne, avant la pullulation du Criquet, mais avait passé inaperçu à cause de la rareté de ses hôtes.

3° Seuls, les parasites animaux eurent un rôle biologique notable ; l'action des prédateurs est restée très faible, et aucune maladie ne fut observée avant les tout derniers mois de l'invasion.

4° Les seuls parasites importants sont les parasites de l'adulte : *Gesneriodes lineata* Fall et surtout *Acridomyia saccharovi* Stock.

5° *Acridomyia sacharovi* est responsable d'une forte mortalité parmi les Criquets infestés et, de plus, la-ponte des survivants est très fortement réduite.

6° Le taux de parasitisme par *A. sacharovi* a augmenté régulièrement depuis 1945. En septembre 1947, il réduisait déjà fortement la ponte des Criquets restés dans les Landes de Gascogne.

— Quel a été le rôle exact joué par l'*A. sacharovi* au cours des différentes étapes de la pullulation du Criquet migrateur dans le Sud-Ouest? — Au début, pendant la grégarisation et la formation des bandes migratrices, cette Mouche était beaucoup trop rare pour exercer la moindre action frénatrice. Mais ensuite, le nombre des individus continuant à croître, alors que la multiplication du Criquet s'est ralentie, l'action parasitaire de ce diptère s'est traduite par une diminution de la fécondité de son hôte. Seule, l'*A. sacharovi* n'aurait pu anéantir complètement les immenses bandes d'Acridiens, son action n'étant notable que trop tard, en septembre, après le dépôt des premières pontes. Mais associés avec d'autres facteurs : migrations en dehors des régions favorables, lutte chimique, climat plus froid et humide qu'en 1948, les parasites ne disposant que d'un nombre réduit de proies, ont pratiquement éliminé les derniers Criquets (Chaboussou, Roehrich et Labeyrie, 4). Dès septembre 1948, la capture des Criquets était devenue tout à fait exceptionnelle. Aussi, lorsque les conditions sont redevenues favorables (été chauds et secs de 1949 et 1950, grands incendies de 1949), la population acridienne était si faible qu'aucune multiplication inquiétante ne se produisit : d'ailleurs, les rares Criquets capturés en 1950 étaient presque tous parasités. Si les parasites ne peuvent à eux seuls enrayer complètement une invasion (Olsufiev, 19), leur rôle dans la rapidité de la régression peut être capital.

Reçu le 15 *mars* 1951.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Arnoux (J.) et Remaudière (G.). — Étude préliminaire sur *Acridomyia sacharovi* Stock *(Dipt. Muscidæ)* parasite en France de *Locusta migratoria* L. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, LI, 53-62, 1946.

(2) Blunt (D. L.). and others — Report on the 1931 Locust invasion of Kenya (January 1 st. to August 31 st). *Bull. Dept. Agric. Kenya*, n° 21, p. 45, Naerobi 1931.

(3) Chaboussou (F.), Remaudière (G.), Roehrich (R.) et Verdier (M.). — Évolution de l'invasion du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.*)* dans les Landes de Gascogne en 1946. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, XXXIII, 341-345, 1947.

(4) Chaboussou (F.), Roehrich (R.) et Labeyrie (V.). — Régression de la pullulation du Criquet migrateur *(Locusta migratoria gallica* Rem.) dans les Landes de Gascogne en 1948. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, XXXV, 460-463, 1949.

(5) Chaboussou (F.), Roehrich (R.) et Pons (R.). — L'invasion du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.*)* dans les Landes de Gascogne en 1947. *C. R. Ac. Agric. Fr.*, XXXIV 170-174, 1948.

(6) Couturier (A.), Remaudière (G.) et Arnoux (J.). — État actuel de l'invasion du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.*)* dans les Landes de Gascogne. *C.R. Ac. Agric. Fr.*, XXXII, 226-231, 1946.

(7) Grasse (P.). — Les ennemis des Acridiens ravageurs français *Rev. Zool. Agric. Appl.*, XXII, 1-16, 45-53, 57-66, Bordeaux 1924.

(8) Noble (N. S.). — An egg parasite of the Plague grasshopper. *Agric. Gaz. N.S.W.*, XLVI, 513-518, Sydney 1935.

(9) Olsufiev (H. G.). — Une étude sur les Diptères parasitant le « Criquet asiatique » *Locusta migratoria* L. et leurs hyperparasites. Parasites des larves et des insectes adultes. *Izv. Prikl. Ent.*, IX, 61-120, Leningrad 1929 (en russe).

(10) Popova (A. A.). — On the biology and significance of the Redspider (*Euthrombidium debilipes* Leonardi) as a Parasite of the Migratory Locust *(Locusta migratoria* L.*)*. *Bull. Plant. Prot.*, I - Ent ; n° 3, 131-170, Leningrad 1932 (en russe avec un résumé en anglais).

(11) Regnier (P. R.). — Les invasions d'acridiens au Maroc de 1927 à 1931. *Publication de la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Défense des cultures*, n° 3. Rabat 1931.

(12) Remaudière (G.). — Sur les principaux parasites du Criquet migrateur *(Locust, migratoria* L.*)* dans ses foyers des Landes de Gascogne. — I. Ennemis des œufs et des oothèques. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, LII, 53-64 1947.

(13) Remaudière (G.). — Sur les principaux parasites du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.*)* dans ses foyers des Landes de Gascogne. — II. Ennemis des larves et des adultes. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, LII, 117-119, 1947.

(14) Remaudière (G.). — Sur la résistance des œufs de *Locusta migratoria* L. esp. *gallica* Rem. (phase grégaire) au froid et à l'immersion. *Rev. Path. Vég. et Ent. Agric. Fr.*, XXVII, 25-34, 1948.

(15). Roehrich (R.). — Les parasites du Criquet migrateur. *Rev. Zool. Agric. et Appl. numéro spécial sur le Criquet migrateur des Landes de Gascogne*. Bordeaux 1948.

(16). Rukovishnikov (B. I.). — Contribution à l'étude des mouches parasites des stades larvaires et adultes du Criquet migrateur. *Bull. of Plant Prot. Ent.*, I, 191-261, Leningrad 1930 (en russe).

(17) Seguy (E.). — Étude sur les Diptères parasites ou prédateurs des Sauterelles. *Diptera*, VI, 11-40 1932.

(18) Skalov (Yu-Yu). — *Stomatorrhina lunata* Rd, parasite des oothèques du Criquet migrateur. *Bull. N. Caucas. Pl. Prot. Sta.*, VI et VII, 153-154, Rostov sur le Don 1930 (en russe avec un résumé en allemand).

ÉTUDE SUR LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU CRIQUET MIGRATEUR DANS LES LANDES DE GASCOGNE
(Locusta migratoria gallica REM.)

PAR

R. ROEHRICH
Station de Zoologie Agricole du Sud-Ouest.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — INTRODUCTION

Le régime alimentaire des Acridiens migrateurs nous est surtout connu par des observations dans la nature : listes de plantes recherchées, mangées occasionnellement, délaissées ou répulsives lors des infestations ou invasions (12) et observations du comportement dans les aires grégarigènes (14). La seule étude expérimentale importante, concernant d'ailleurs uniquement les Acridiens *non* migrateurs, est l'œuvre d'Isely (9) au Texas. Se basant sur la flore de l'habitat normal de 40 espèces d'Acridiens, il fit deux séries d'expériences : dans la première, il étudia le choix des Insectes mis en présence de plusieurs espèces végétales, dans la seconde, il essaya de nourrir les Criquets avec les plantes refusées dans la première série. Contrairement à l'opinion générale, il a constaté que la plupart de ces Criquets (30 espèces sur 40) sont oligophages, sélectionnant leur nourriture parmi un petit nombre de végétaux et mourant de faim en présence des autres plantes. Mais quatre seulement sont strictement monophages, c'est-à-dire

inféodées à une unique plante-hôte : *Hypochloa alba*, *Dactylotum pictum*, *Hesperotettix viridis* et *Acrolophilus variegatus* Thos., et deux réellement polyphages, ne faisant presque aucun choix : *Melanoplus differentialis* Thos et *M. ponderodus* Sc.

Le Criquet Migrateur (*Locusta migratoria* L.) a un régime principalement composé de Graminées. Dans les deltas du sud de l'U.R.S.S., d'après Uvarov (13), *L.m. migratoria* L. se nourrit en premier lieu de *Phragmites communis* Trin., et en second lieu des autres Graminées. Pour *L.m. manilensis* Payen, il insiste (14) sur le rôle des roseaux en Chine du Nord, de l'*Imperata exaltata* Brongn. dans les brûlés de Bornéo et des Philippines, de *Saccharum spontaneum* L. aux Philippines. Dans une étude sur *L.m. capito* Sauss. à Madagascar, Zolotarevsky (15) indique la préférence de ces Insectes pour *Heteropagon contortus*, *Cymbopogon rufus* et surtout *Cynodon dactylon*. Il note aussi un régime graminivore pour *L.m. migratorioides* R. et F. d'Afrique Tropicale (16), en faisant remarquer que l'Insecte fait un choix entre les différentes espèces : le riz, en effet, n'est pas attaqué s'il est dispersé en petits champs entourés de nombreuses graminées sauvages attirant beaucoup plus les Insectes que le riz lui-même. En Europe, Farquet (7) signale des attaques sur le maïs, le millet, les prairies, l'avoine et le blé ainsi que les roseaux dans le Valais, et cite des dégâts sur cette même plante dans la vallée du Rhin.

Les exceptions à ce régime sont beaucoup plus rares : Uvarov (13) signale bien des attaques de *L.m. migratoria* sur d'autres plantes, mais elles ne constituent jamais la « nourriture fondamentale » du Criquet ; les vieilles feuilles de bananier sont parfois mangées par *L.m. migratorioides*, mais seulement en l'absence de graminées vertes (Zolotarevsky (16) ; enfin Faure (8) essayant de nourrir des larves sur des organes sans chlorophylle (fleurs, racines de betterave), ne put garder ses insectes vivants après une ou deux mues, sauf sur les fleurs de *Canna indica*.

Au cours de nos recherches sur la pullulation du Criquet Migrateur dans le Sud-Ouest de la France, nous avons étudié, d'une part : son régime dans ce nouvel habitat et entrepris, d'autre part, diverses expériences sur son alimentation.

II. — LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU CRIQUET MIGRATEUR DANS LES LANDES DE GASCOGNE

Nous étudierons d'abord le régime normal du Criquet migrateur dans les différents biotopes de la région landaise, et ensuite les dégâts occasionnels causés aux autres plantes.

A. — Régime alimentaire normal.

1° *Les brûlés.* — Après le passage des incendies, les forêts de pins sont remplacées par des types de Landes différents, qui sont, par ordre de drainage croissant (10) les landes à Molinie, à Ajonc nain, à Fougère Aigle, à Callune et à Hélianthème. La Molinie *(Molinia caerulea* Moench), graminée vivace formant des touffes dans les régions mal drainées, a constitué le principal aliment du Criquet Migrateur (1, 3, 6, 17) dans la zone forestière brûlée. C'est aux dépens de cette plante que se sont nourries les grandes bandes de larves, origines des essaims migrateurs. Après le passage des Criquets, toutes les parties



Fig. 1. — Champ de maïs dévasté par une bande de larves de criquets (Sautuges 19/7/46).

vertes de la Molinie avaient disparu. Les autres types de landes étaient beaucoup moins fréquentés.

2° *Les clairières.* — Dans les clairières de la forêt (friches, jachères, bas-côtés des routes, alentours des ruisseaux et lagunes, prairies) poussent diverses Graminées. Les plus fréquentes sont le *Cynodon dactylon* Pers., divers *Poa*, *Bromus* et *Aira* (3). Les Criquets s'en sont nourris, causant ainsi un grave préjudice à l'élevage landais par la destruction des prairies et pâtures ; les plantes des autres familles n'ont pas été attaquées.

3° *Les dunes.* — Dans les dunes intérieures (entre la côte et les étangs) les Criquets ont dévoré les Carex (3) et de nombreuses bandes ont accompli tout leur développement larvaire avec cette seule nourriture. Sur la dune côtière, les essaims en migration ont attaqué les

Gourbets ou Oyats *(Psamma arenaria* R et S) graminées plantées pour s'opposer au déplacement des dunes.

4° *Les Marais.* — Vers la pointe de Grave, au bord de la Gironde, des étangs de Gascogne et de nombreuses lagunes plus ou moins temporaires de l'intérieur, de nombreuses graminées, dont le Roseau



Fig. 2. — Dégâts de Criquets sur l'épis de Maïs (Pissos, 6/8/46).

(*Phragmites communis* Trin) ont constitué le fond de la nourriture des Criquets.

5° *Les cultures.* — Les plantes cultivées les plus gravement atteintes étaient les céréales et surtout le Maïs (1, 3, 6). Tous les organes *(fig.* 1), feuilles, tiges, épis mâles, épis femelles (*fig.* 2), à l'exception des parties desséchées, étaient dévorés après le passage d'une bande de larves et d'un essaim d'ailés, Le Millet (6) et le Sorgho sont beaucoup moins attaqués, mais l'Avoine et le Seigle échappent plus souvent aux dégâts, leur récolte survenant avant les déplacements par

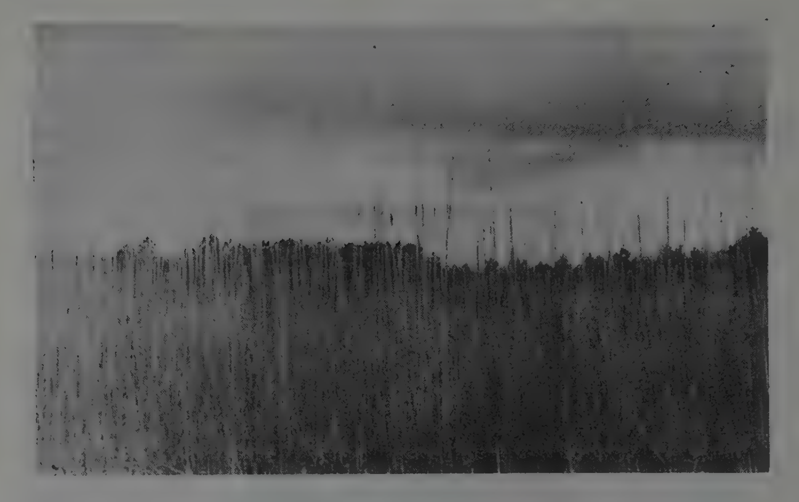


Fig. 3. — Champ d'Avoine dévasté par une bande de larves de Criquets (Sautuges 19/7/46).

vol. Cependant, le Seigle peut être brouté dès sa sortie en automne (6), et une bande de larves pénétrant dans un champ d'avoine avant la moisson a complètement dévoré épis et feuilles (1) (*fig.* 3).

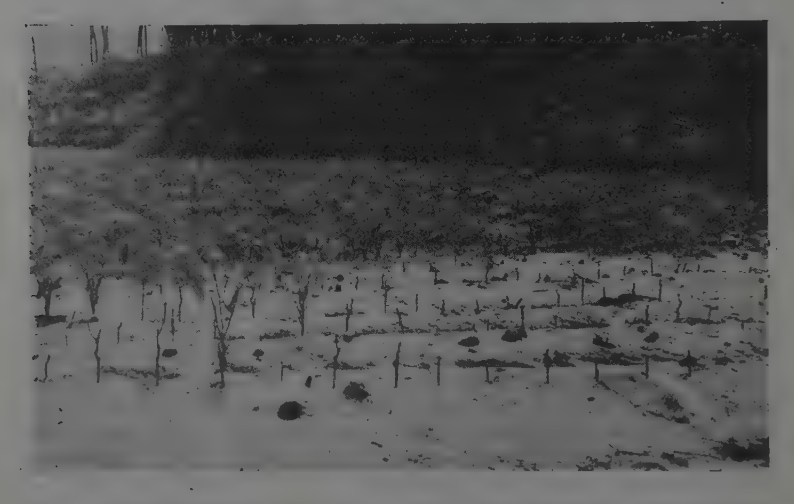


Fig. 4. — Champ de Haricots dévasté par les Criquets. (Saint-Médard-en-Jalles 19/7/46).



Fig. 5. — Pied de Courgette dont les pétioles ont été sectionnés par les Criquets (Saint-Médard-en-Jalles, 19/7/46).



Fig. 6. — Dégâts de Criquets sur feuille de Courgette (Saint-Médard-en-Jalles, 19/7/46). Remarquer l'attaque des nervures.

B. — Plantes occasionnellement attaquées.

Certaines plantes, sans constituer cependant la nourriture exclusive de l'Insecte, sont souvent attaquées : ainsi le jonc est curieusement décortiqué, la moelle épargnée subsistant seule sous forme d'un cylindre blanc à l'extrémité des tiges, et les pédoncules floraux des Haricots peuvent être fréquemment sectionnés (*fig.* 4) (6). D'autres sont attaquées beaucoup plus rarement, mais parfois des plantes d'espèces les plus variées sont endommagées. Ainsi, à St-Médard-en-Jalles, en juillet 1946 (1), on notait les dégâts suivants :

— Pieds de Haricots complètement dévorés.

— Pétioles et nervures des Courgettes sectionnés (*fig.* 5 *et* 6).

— Deux rangs de Pommes de terre saccagés, les feuilles et les tiges profondément entamées, au milieu d'autres intactes (*fig.* 7).

— Feuilles de Betteraves déchiquetées.

— Tiges de jeunes Choux coupées (*fig.* 8).

— Attaques sur Composées et Iridacées sauvages.

C. — Déterminisme de l'attaque des dicotylédones.

Or, ces dégâts ont toujours lieu dans les endroits secs, lorsque les Graminées sont desséchées ou déjà mangées, et par des jours très chauds et de faible hygrométrie. Il s'agit d'ailleurs de morsures dans les organes les plus charnus, le Criquet semblant chercher plus à boire qu'à manger (les Acridiens sont d'ailleurs les Insectes qui transpirent le plus : CHAUVIN (5) écrit « leur faim dévorante est peut-être en réalité une soif inextinguible »). En laboratoire, à température ordinaire, il n'a pas été possible de provoquer des attaques sur des plantes diverses, mais en étuve sèche à 35°C, nous avons obtenu des dégâts identiques à ceux observés dans la nature sur la Pomme de terre et le Haricot (3). Nous en avons même obtenu d'analogues avec des plantes jamais attaquées dans la nature : Vigne et même aiguilles de Pin. Mais cette nourriture est insuffisante : si on les isole pour éliminer le cannibalisme, les Criquets en expérience meurent au bout de 4 ou 5 jours.

Cependant les dégâts sur les plantes ainsi occasionnellement attaquées sont parfois graves, malgré la faible consommation, car des organes entiers peuvent être sectionnés.

III. — INFLUENCE DE LA NATURE DE L'ALIMENTATION SUR LE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE DE CRIQUETS ISOLÉS MAINTENUS A TEMPÉRATURE CONSTANTE

A. — Technique expérimentale.

1° Conditions d'élevage. — Les Insectes, *isolés*, étaient placés dans des tubes de verre, bouchés d'une simple toile à chaque bout, puis, à partir du 4e âge, dans une cage de rhodoïd. La nourriture, changée chaque jour, était constituée de plantes fraîchement coupées



FIG. 7. — Pommes de terre ravagées par les Criquets (Saint-Médard-en-Jalles, 19/7/46)
Remarquer les tiges sectionnées.



FIG. 8. — Dégâts des Criquets sur jeunes Choux (Saint-Médard-en-Jalles, 19/7/46).

et dont la base trempait dans de l'eau. Tubes et cages étaient mis en étuve à 30°C et 60 p. cent d'humidité relative. Pour chaque plante, nous répétions l'expérience sur 10 insectes isolés, en remplaçant les larves mortes au 1er âge.

2° Caractéristiques des Insectes en expérience. — Les Insectes provenaient d'oothèques récoltées en avril, à Captieux (Gironde), dans un champ où la densité de ponte était élevée. Élevés isolément, ils ont donné des adultes de la phase *transiens dissocians* (indices morphométriques : mâles, E/F=1.65, H/C=1.17, P/C=1.23, M/C=0,83 ; femelles, E/F=1.69, H/C=1,15: P/C=1.21, M/C=0.84).

D'après CHAUVIN (4) la croissance est ralentie par l'isolement, il importe donc de bien préciser les conditions expérimentales.

3° Plantes proposées. — a) *La Molinie* (*Molinia cærulea* MOENCH), principale nourriture du Criquet dans la région landaise. Nous avons utilisé les repousses d'une touffe provenant d'un brûlé, repiquée en serre. Cette plante fut la seule à se dessécher trop rapidement en étuve ;

b) *Le Maïs. (Zea Mays* L.), la plus attaquée des plantes cultivées. Nous avons utilisé un jeune semis en serre, un peu étiolé ;

c) *Les Bromes* (*Bromus sp*), graminée la plus fréquente à l'époque de nos expériences ;

d) *Le Paturin* (*Poa pratensis* L. et *Poa annua* L.) qui nous avait donné de bons résultats au cours d'essais préliminaires. Bromes et Paturins provenaient de ramassages dans le jardin de la Station. En fleurs au début des expériences, ils étaient en graines à la fin, mais non desséchés ;

c) *Les Ray grass* (*Lolium italicum* BROWN), graminée qui s'est montrée incapable d'assurer la bonne marche des élevages. Nous avons utilisé un trop jeune semis en serre ;

f) *Le Carex*, Cypéracée servant de régime normal dans les dunes ;

g) *Le Jonc*, planté facilement, accepté malgré la grosse différence botanique. Ces deux plantes étaient ramassées quotidiennement dans les fossés.

D'autres Graminées se sont montrées excellentes dans nos élevages, mais n'étaient pas disponibles à l'époque de nos expériences : *Hordeum murinum* L., *Cynodon dactylon* PERS et Seigle *(Secale cereale* L.).

B. — Résultats expérimentaux.

1° Mortalité. — Elle est donnée par le tableau I ci-dessous :

TABLEAU I

Mortalité larvaire des Criquets élevés sur différentes plantes.

Nourriture	Paturin	Brome	Maïs	Molinie	Carex	Jonc	Ray Grass
Mortalité (p. cent) ...	0	69	44	44	44	28	100

a) *Le Paturin* est la seule plante avec laquelle on n'a enregistré aucune mortalité.

b) *Le Jonc*, bien que très éloigné botaniquement des Graminées, assure parfaitement la vie du Criquet.

c) Avec le *Brome*, la mortalité des Insectes a été surtout considérable pendant le 1er âge (46 p. cent). Cette Graminée ne convient qu'aux larves à partir du 2e âge.

d) Nourris avec le *Ray Grass*, 80 p. cent des Criquets sont morts au cours des deux premiers stades et aucun des autres n'a atteint la quatrième mue : cet aliment est donc incapable d'assurer la vie de *L. migratoria.*

2° Durée de la vie larvaire.

Tableau II

Durée de la vie larvaire de Criquets nourris de différentes plantes.

Nourriture	Durée de la vie larvaire en jours		
	Minimum	Maximum	Valeur médiane
Paturin	22	24	23
Brome	24	28	26
Maïs	25	34	26
Molinie	30	36	34
Carex	24	32	28
Jonc	25	29	27

a) Comme on peut le voir, la durée de la vie larvaire se montre assez constante, sauf pour les Insectes nourris de Molinie ; mais cette plante se desséchant beaucoup plus rapidement en étuve, est moins longtemps consommée, en sorte que l'alimentation sur cette plante est en réalité plus courte.

b) Le développement des Insectes nourris de Paturin est à la fois plus rapide et plus homogène.

c) Il n'a pas été possible d'observer le développement complet sur le *Ray Grass*, tous les Insectes étant morts avant la dernière mue.

Bien que l'aliment offert ait été toujours très frais, la durée des trois premiers stades était de 18 jours sur cette plante, de 17 jours pour la Molinie et 11 jours seulement pour le Paturin.

3° Poids et dimensions. — Au lieu de considérer le poids des jeunes adultes, sujet à variation selon la rapidité d'hydratation, il nous a semblé préférable d'indiquer dans le Tableau III le poids maximum atteint par les larves du 5e âge. La taille a été caractérisée par la largeur de la tête (indice C), moins sujette que les autres dimensions aux variations dues à la phase.

TABLEAU III

Poids et dimensions des Criquets nourris de différentes plantes (valeurs médianes).

Alimentation	Poids au 5e âge en grammes		Largeur de la tête d'adulte en millimètres	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Paturin	813	1.386	5,9	7,6
Brome	889	1.401	6,2	7,6
Maïs	923	1.418	6,3	7,6
Molinie	—	1.220	—	6,9
Carex	808	—	6,0	7,1
Jonc	671	1.062	5,6	7,2

Nous pouvons donc faire les constatations suivantes :

a) *Egalité des trois graminées :* Paturin, Maïs et Brome, pour le développement larvaire. Cependant, nous avons remarqué une plus grosse variation pour les mâles nourris de Paturin (693 à 1 046 g) que pour ceux nourris de Brome et de Maïs (858 à 988 g). Cette différence est peut-être une conséquence de la faible mortalité des Insectes nourris sur Paturin, supprimant toute sélection dans les premiers âges.

b) Infériorité de la Molinie par rapport aux autres Graminées, toujours imputable à sa dessiccation trop rapide.

c) Carex et Jonc ne permettent pas une croissance aussi forte qu'avec les Graminées.

d) Les dimensions des Insectes nourris au Paturin sont égales ou supérieures à celles des Insectes capturés dans la nature (C=5,9 pour les mâles, 7,6 pour les femelles).

4° **Les indices morphométriques.** — Nous caractériserons la phase par la somme des indices thoraciques $\frac{H}{C}$, $\frac{P}{C}$ et $\frac{M}{C}$. L'indice $\frac{E}{F}$, en étroite dépendance avec les conditions de milieu et notamment l'état hygrométrique, étant laissé de côté.

TABLEAU IV

Sommes des indices morphométriques thoraciques des Criquets nourris de différentes plantes.

Alimentation	Indice $\frac{M}{C}$, $\frac{P}{C}$ et $\frac{M}{C}$	
	Mâles	Femelles
Paturin	3,32	3,20
Maïs	3,40	3,18
Brome	3,32	3,19
Molinie	—	3,24
Carex	3,18	3,21
Jonc	3,18	3,13

Les rapports morphométriques ne diffèrent donc pas selon la nature de l'alimentation : l'écart maximum entre les différents groupes (0,22) étant inférieur aux écarts à l'intérieur du même groupe (0,49).

IV. — CONCLUSIONS

1° Le Criquet migrateur des Landes de Gascogne (*Locusta migratoria gallica* Rem) est oligophage : son régime est en grande partie à base de Graminées.

Les dégâts causés aux plantes d'autres familles consistent principalement en cisaillement des parties charnues : ils semblent nettement déterminés par le besoin en eau de l'Insecte.

2° Parmi les Graminées, toutes ne conviennent pas également à l'alimentation du Criquet. Le *Ray Grass* s'est montré incapable, au moins en étuve, d'assurer le développement de l'Insecte.

3° Deux autres Monocotylédones permettent l'élevage de l'œuf à l'adulte : ce sont les *Carex* et les *Joncs*. Toutefois, en élevage artificiel, avec un régime composé uniquement de ces plantes, le Criquet ne peut atteindre ses dimensions normales.

4° En élevage artificiel, le Criquet atteint ses dimensions normales avec un régime composé d'une seule Graminée. Il n'a donc pas besoin du régime plus varié qui est le sien dans la nature.

5° Parmi les plantes proposées à l'Insecte en élevage artificiel, le Paturin convient, à la fois, le mieux, au point de vue du minimum de mortalité et de la plus grande vitesse de développement. Mais il faudrait tenir compte de l'état de végétation des différentes plantes.

6° La nature de l'alimentation n'a aucune influence sur les caractères morphologiques des phases.

7° La Molinie étant la Graminée la plus répandue dans la région landaise, les landes mal drainées où pousse cette Graminée sont donc particulièrement à surveiller, comme aires de multiplication des *transiens congregans* provenant des aires grégarigènes (17).

Reçu le 15 *mars* 1951.

BIBLIOGRAPHIE

(1) CHABOUSSOU (F.,, REMAUDIÈRE (G.), ROEHRICH (R.) et VERDIER (M.). — Évolution de l'invasion du Criquet migrateur *(L. migratoria* L.*)* dans les Landes de Gascogne en 1946. *C.R. Ac. Agric. Fr.*, XXXIII, 341-345, 1947.

(2) CHABOUSSOU (F.), ROEHRICH (R.) et LABEYRIE (V.). — Régression de la pullulation du Criquet migrateur *(Locusta migratoria gallica* REM) dans les Landes de Gascogne en 1948. *C.R. Ac. Agric. Fr.*, XXXV, 460-463, 1949.

(3) CHABOUSSOU (F.), ROEHRICH (R.) et PONS (R.). — L'invasion du Criquet migrateur *(L. migratoria* L.*)* dans les Landes de Gascogne en 1947. *C.R. Ac. Agric. Fr.*, XXXIV, 170-174, 1948.

(4) CHAUVIN (R.). — Contribution à l'étude physiologique du Criquet pèlerin et du déterminisme des phénomènes grégaires. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, CX, 133-272, 1941.

(5) CHAUVIN (R.). — Physiologie de l'Insecte. *Editions de l'I.N.R.A.*, p. 16, 1949.

(6) COUTURIER (A.), REMAUDIÈRE (G.) et ARNOUX (J.). — État actuel de l'invasion du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.) dans les Landes de Gascogne. *C.R. Ac. Agric. Fr.*, XXXII, 226-231, 1946.

(7) FARQUET (Ph.). — Les Criquets migrateurs en Valais. *Bull. Murith. Sion*, XLVIII 57-77, Saint-Maurice 1931.

(8) FAURE (J. C.). — The phases of Locusts in South Africa. *Bull. Ent. Res.*, XXIII, 360-361, 1932.

(9) ISELY (F. B.). — The relations of Texas *Acrididæ* to plants and soils *Ecologicals Monographs*, VIII, 553-604, 1938.

(10) LEREDDE (C.). — Notice sur la lande et le sous-bois des Landes de Gascogne. *La Restauration de la région landaise*, 3e *partie. Article* 3, 1948.

(11) REMAUDIÈRE (G.). — Sur l'existence en France d'une nouvelle sous-espèce de *Locusta migratoria* L. *C. R. Ac. Sc. Fr.*, CCXXV, 1025-1026, 1947.

(12) RUNGS (Ch.). — Rapport sur les essais de lutte contre les adultes de *Schistocerca gregaria* FORSK au Maroc français, au printemps de 1945. *Bull. Sem. ONAA*, 80-81, Alger 1945.

(13) UVAROV (B. P.). — Quelques problèmes de la biologie des Sauterelles. *Ann. Epiphyties*, IX, 84-108, 1923.

(14) UVAROV (B. P.). — The Oriental Migratory Locust *(L.m. manilensis* PAYEN). *Bull. Ent. Res.*, XXVII, 91-103, 1936.

(15) ZOLOTAREVSKY (B.). — Contribution à l'étude biologique du Criquet Migrateur *L.m. capito* SAUSS.) dans ses foyers permanents. *Ann. Epiphyties*, XIX, 47-142, 1933.

(16) ZOLOTAREVSKY (B.). — Invasion des Acridiens en Guinée française. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, XXV, 214-231, Alger 1934.

(17) ZOLOTAREVSKY (B.). — Quelques remarques sur l'invasion du Criquet migrateur *(Locusta migratoria* L.) dans les Landes de Gascogne. *Bull. Sem. ONAA*, no 4, 2e semestre 1946, 35-44 Alger 1947.

MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUE

INVENTAIRE DES MOYENS DE LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES RONGEURS*

PAR

J. GIBAN
Laboratoire des Vertébrés C.N.R.A.

1° *Importance des Rongeurs.* — Les Rongeurs constituent l'ordre des Mammifères le plus abondamment représenté à l'heure actuelle à la surface du globe. Le nombre de leurs espèces est de plusieurs milliers et l'importance de leurs populations est souvent considérable ; il suffit d'évoquer à ce sujet les pullulations périodiques des Lemmings [1] dans les régions nordiques ou celles plus modestes mais encore si notables du Campagnol des Champs [2] dans nos contrées. On rencontre des Rongeurs pratiquement sur toutes les terres où la vie est possible, depuis les régions équatoriales jusqu'aux régions polaires ou désertiques, depuis le niveau de la mer jusqu'à la dernière zone de végétation rencontrée en altitude.

Ce sont uniquement des animaux terrestres mais ils présentent les adaptations les plus diverses ; il existe en effet des Rongeurs arboricoles comme l'Ecureuil [3], fouisseurs comme le Lapin de Garenne [4], souterrains comme le Campagnol terrestre [5], sylvicoles comme le Campagnol roussâtre [6], aquatiques comme le Rat musqué [7], pour ne prendre nos exemples que parmi leurs représentants vivant en France. En outre, de nombreuses espèces se sont révélées capables d'une très rapide et très complète adaptation aux conditions de milieu créées par l'Homme. C'est ainsi qu'il n'existe guère de régions cultivées où l'Homme n'ait à compter sur les Rongeurs et de lieux habités qui ne possèdent leurs espèces commensales.

Du point de vue agricole, les Rongeurs sont des prédateurs des récoltes sur pieds s'attaquant notamment aux céréales, aux cultures fourragères et aux arbres fruitiers. Nombre d'entre eux commettent leurs dégtâs dans les récoltes stockées et dans les denrées ou marchandises emmagasinées. Ici et là, les Rongeurs sont capables de se montrer aussi nuisibles que les Insectes et, dans la plupart des pays, c'est par milliards de la monnaie nationale que sont évalués les dégâts qu'ils commettent chaque année. En outre un très grand nombre de Rongeurs sont sous tous les climats, les réservoirs naturels ou les vecteurs de quantités d'agents pathogènes transmissibles à l'Homme ou aux animaux domestiques, pour la santé desquels ils représentent par suite une menace permanente.

2° *Classification des moyens de lutte utilisés contre les Rongeurs.* — La lutte contre les Rongeurs est donc une nécessité pour l'Homme et dans les régions agricoles un peu évoluées, elle est de pratique courante. Les moyens de lutte que l'on met en œuvre contre eux sont nombreux et variés.

On peut les grouper en deux catégories principales : la *lutte préventive* et les *moyens de destruction.*

La *lutte préventive* consiste essentiellement à utiliser certains dispositifs de construction ou de clôture pour empêcher les Rongeurs de s'établir, de circuler et d'accéder à leur nourriture. Pratiquement, elle n'est appliquée qu'à un nombre restreint d'espèces : les Rats commensaux et le Lapin de garenne par exemple.

Les *moyens de destruction* visent à l'extermination des Rongeurs par l'emploi de pièges, de cultures microbiennes ou de toxiques. Les produits chimiques ont été très ancien-

* Conférence faite à la Maison de la Chimie, le 1er Juin 1946.

(1) *Lemmus* sp. LINK.
(2) *Microtus arvalis* L.
(3) *Sciurus vulgaris* L.
(4) *Oryctolagus cuniculus* L.
(5) *Arvicola terrestris* L.
(6) *Clethrionomys glareolus* SCHREBER.
(7) *Fiber zibethicus* L.

nement employés comme moyen de destruction, notamment pour la préparation d'appâts empoisonnés. Mais ce n'est que dans un passé relativement récent que leur emploi s'est développé et généralisé Cet essor est évidemment concommittent de celui de la Chimie en général et plus particulièrement de celui des industries chimiques.

On peut classer les produits chimiques actuellement utilisés dans la lutte contre les Rongeurs en cinq catégories :

1° Les *glus* ;
2° Les *répulsifs* ;
3° Les *toxiques respiratoires* ;
4° Les *toxiques d'ingestion* ;
5° Et les *poudres poisons*.

A chacune de ces catégories correspond une méthode de lutte déterminée qui exige de la part des produits employés des propriétés définies que nous allons nous efforcer d'indiquer dans leurs grandes lignes, en considérant l'inventaire des produits employés en Agriculture pour la lutte contre les Rongeurs nuisibles.

3° *Les Glus.* — Nous ne dirons que peu de choses des *glus* qui ont toujours été d'un emploi très limité. Etalés sur des planchettes ou des cartons que l'on dispose soit sur les lieux de passage des Rongeurs, soit autour d'un appât, soit autour des denrées à protéger, ces produits fixent et retiennent les Rongeurs qui s'aventurent sur les surfaces engluées. La méthode n'a été employée que contre les Rongeurs des habitations, c'est-à-dire contre les Rats et les Souris. Ce n'est guère d'ailleurs que contre les Souris qu'elle est appliquée avec succès car à l'égard des Rats, elle est d'efficacité aléatoire en raison sans doute, de la méfiance systématique que la plupart d'entre eux manifeste pour tout ce qui est nouveau dans leur domaine.

Les glus sont des produits complexes, généralement à base de *poix*, de *matières résineuses* ou de *brai de goudron*. Ces dernières années on a vu sur le marché des glus qui, entre autres composants, contenaient des *matières plastiques* du groupe du caoutchouc synthétique.

Le reproche que l'on fait habituellement à ces produits est, outre leur manipulation souvent peu commode, la perte rapide de leurs propriétés par dessication ou fixation de poussières à leur surface.

4° Les *Répulsifs*. — Les répulsifs sont des produits qui appliqués sur les objets, plantes ou denrées, sous forme de poudre, de bouillie ou de solution, protègent ceux-ci des attaques des Rongeurs en les éloignant par leur odeur ou leur goût.

Leur méthode d'emploi paraît donc d'une grande simplicité bien faite pour tenter l'utilisateur. Mais, cette simplicité n'est qu'apparente : le problème est complexe en réalité, et son étude n'a été développée que dans deux cas : celui de la lutte contre la Souris domestique [1] et celui de la lutte contre les Lièvres et Lapins [2].

Il s'est avéré que le seul produit vraiment répulsif à l'égard des Souris est la *naphtaline* en poudre. Malheureusement ce produit se sublime assez rapidement, ce qui nécessite son renouvellement et il est susceptible de communiquer son odeur aux denrées alimentaires. On a utilisé avec plus ou moins de succès, le *soufre*, le *sulfure de calcium*, le *kérosène*, le *sulfate de nicotine*, le *goudron de houille*, le *goudron de bois de pin*, la *créosote*, des bouillies contenant à la fois du *sulfure de calcium* et de l'*oléate* ou du *carbonate de cuivre*. Ont également été essayées, des essences naturelles comme l'*essence de menthe*, l'*huile de cèdre*, l'*huile de Tung*, l'*essence de Gaulthérie*. L'addition de 5 p. cent de *sulfate d'ammonium* assurerait aux matières en vrac une protection efficace.

L'odeur et le goût que peuvent communiquer certains de ces produits, la toxicité de certains autres limitent considérablement leur utilisation.

C'est surtout aux Etats-Unis que l'emploi des répulsifs a été étudié en vue de la protection durant la période hivernale des vergers, pépinières et vignes contre les dégâts des Lièvres et Lapins. Lorsque la neige ou le gel a raréfié la nourriture, ces Rongeurs s'attaquent très volontiers aux jeunes arbres et arbustes dont ils mangent l'écorce. La lutte contre ces prédateurs est le plus souvent difficile à mener par les méthodes de destruction ou d'exclusion, étant donné l'importance des surfaces à protéger. Aussi le badigeonnage des troncs et des basses branches avec un enduit répulsif ou la pulvérisation sur les mêmes organes d'une bouillie répulsive est-elle une solution de grand intérêt sous la réserve de l'obtention d'une action répulsive efficace et durable et de l'absence de nocivité à l'égard des végétaux. Les substances amères telles que l'*aloès* ou le *quassia* se sont révélées inefficaces. Les *goudrons* de *houille* ou de *bois de pin* et les *huiles* en général sont d'efficacité intéressante mais provoquent trop souvent des accidents graves même si ces produits sont appliqués en pleine période de repos végétatif. Les résultats les plus intéressants, sans être absolus, que les chercheurs américains ont obtenus, l'ont été avec des bouillies complexes préparées à base de *sulfure de calcium*, de *carbonate de cuivre* et d'*émulsion d'asphalte*, comportant l'addition de *résines synthétiques* comme adhésif et utilisant comme liquide support le *dichloréthylène* ou l'*alcool méthylique* dilué.

Tout récemment enfin, est apparu sur le marché américain un composé organique complexe, le cyclohexilamine diméthyl dithiocarbamate de zinc, dont le pouvoir répulsif

[1] *Mus Musculus* L.
[2] Famille des *Leporidæ*.

semble intéressant non seulement à l'égard du Cerf américain contre lequel il a tout d'abord été expérimenté mais encore contre les Lapins.

5° Les *toxiques respiratoires* :

Bien que dangereux pour l'Homme et les animaux domestiques, ce qui rend leur manipulation délicate et nécessite la prise de précautions particulières, les toxiques respiratoires utilisés dans la lutte contre les Rongeurs sont souvent d'un grand intérêt en raison de leur efficacité.

Pour la dératisation des navires et des bâtiments que l'on peut rendre à peu près étanches, ils constituent le moyen de lutte de choix qui permet d'exterminer la quasi totalité des Rongeurs qui s'y abritent.

On a utilisé, à cet effet, divers toxiques : le *chlore*, la *chloropicrine*, des mélanges de *gaz carbonique* et d'*oxyde de carbone* du type gaz pauvre, l'*anhydride sulfureux*, l'*acide cyanhydrique* et plus récemment le *bromure de méthyle*. Ce n'est que bien exceptionnellement que les bâtiments agricoles peuvent se prêter à un traitement par les toxiques respiratoires. Alors le traitement est généralement effectué en vue de la destruction simultanée des Rongeurs et des Insectes. C'est le cas des « désinfections » de moulins, de silos et de magasins. Ce que l'on recherche ce sont des produits hautement toxiques pour les deux catégories de parasites, assez fugaces pour permettre leur évacuation facile après traitement, non susceptibles d'être retenus en quantité appréciable par les denrées se trouvant dans les locaux traités, pratiquement inertes du point de vue chimique à la température ordinaire. Actuellement c'est surtout l'*acide cyanhydrique* qui est utilisé et à un moindre degré, en raison de son goût et de sa forte toxicité pour l'Homme, *le bromure de méthyle*.

Des tonnages importants de toxiques respiratoires sont annuellement employés dans certains pays pour la destruction au terrier des Rongeurs fouisseurs. Il est difficile d'indiquer d'une façon générale et précise, les qualités que l'on exige d'un toxique respiratoire pour un tel emploi. En effet, la sensibilité des Rongeurs aux toxiques respiratoires peut varier notablement d'une espèce à l'autre, la complexité et l'étendue du terrier d'une espèce peut rendre très aléatoire l'efficacité d'un gaz ayant fait ses preuves contre une autre espèce ; le comportement des Rongeurs lors des premiers effets d'intoxication peut être suivant l'espèce la fuite à l'extérieur ou le retrait dans les galeries profondes ; le prix de revient de l'opération est souvent un facteur décisif qui détermine le choix des gaz ou le recours à une autre méthode de destruction ; la facilité de manipulation et d'épandage sont également pris en considération ; c'est ainsi par exemple qu'à notre avis, si l'emploi des gaz est très restreint en France, c'est entre autres causes parce qu'il n'existe pratiquement pas sur le marché français d'appareils appropriés à leur utilisation par les Agriculteurs.

Si l'on considère la liste des toxiques respiratoires utilisés en Agriculture pour la destruction au terrier des Rongeurs nuisibles, on constate que les gaz à forte densité de vapeur sont en minorité et semblent à l'heure actuelle être de moins en moins employés. Cependant de tels toxiques ne paraissent pas, *à priori*, sans intérêt puisqu'ils sont à même de constituer à l'intérieur des terriers des nappes gazeuses d'une certaine persistance. La *chloropicrine* est presque totalement abandonnée, en raison notamment du désagrément, sinon du risque d'accident, que présente même en plein air sa manipulation.

L'*anhydride sulfureux* obtenu par évaporation spontanée de l'anhydride liquéfié sous pression ou par combustion dans des appareils appropriés du soufre en canon est malgré sa relativement faible toxicité un produit complémentaire intéressant pour la lutte contre les petits Rongeurs des champs ; sa défaveur actuelle en France où il fut employé assez couramment contre le Campagnol des Champs, résulte, à notre avis, des frais élevés notamment de main-d'œuvre qu'entraîne son utilisation.

Les « *fusées anti-Rongeurs* » à base de *soufre* ou d'un mélange de *soufre* et de *réalgar*, ainsi que d'un comburant formé d'un mélange en proportions convenables de salpêtre, de noir végétal et de noir animal, n'ont qu'une application limitée en raison de leur coût et de leur possibilité restreinte d'emploi extensif.

Les *gaz d'échappement* des moteurs à explosion sont l'objet d'une certaine utilisation aux Etats-Unis notamment pour la destruction du Surmulot (1) et pour celles des Ecureuils terrestres (2) là où l'emploi du sulfure de carbone risque de n'être pas sans danger pour les végétaux comme c'est le cas dans les vergers.

Les gaz de beaucoup les plus employés en Agriculture sont le *sulfure de carbone* et l'acide *cyanhydrique*.

Le *sulfure de carbone* l'est contre les Rongeurs de la taille des Ecureuils terrestres, des Rats à bajoues (3) creusant des terriers relativement simples.

On l'utilise soit à l'état liquide, soit à l'état d'un courant d'air chargé de ses vapeurs. Il est curieux de noter que le *tétrachlorure de carbone* qui a dans l'ensemble des propriétés assez voisines du sulfure de carbone et présente sur lui le gros avantage d'être ininflammable et inexplosif n'est que peu utilisé. C'est sous la forme de *cyanure de calcium* en poudre ou en granulé que l'acide cyanhydrique est de beaucoup le plus employé car sous cette forme, moyennant la prise de quelques précautions élémentaires, sa manipulation est pratiquement sans danger et se prête à une large application. L'efficacité du produit est grande à l'égard des espèces de petites tailles ne creusant pas de terriers trop compliqués,

(1) *Rattus norvegicus* BERKENHOUT.
(2) *Citellus* sp.
(3) Famille des *Geomyidæ*.

comme c'est le cas, par exemple, du Surmulot. Mais, à l'égard des espèces de plus grande taille, creusant des terriers d'un diamètre un peu important (10 cm au plus par exemple), l'efficacité du produit est irrégulière en raison, d'après un travail personnel en cours, de la dissolution dans l'eau du sol de l'acide cyanhydrique dégagé.

Récemment deux toxiques respiratoires ont donné lieu à des essais pratiques d'utilisation dans les terriers. Ce sont le *bromure de méthyle* et le *tétrachloréthane*. Il semble que l'extension de leur emploi ne puisse être envisagé en raison notamment du prix élevé des produits.

6° *Les toxiques d'ingestion.* — L'emploi des appâts empoisonnés pour la destruction des Rongeurs nuisibles est de date ancienne puisqu'il était déjà pratiqué dans l'Antiquité. A l'heure actuelle c'est de beaucoup le moyen de lutte le plus généralement et le plus abondamment utilisé.

La réussite de la destruction par appâts empoisonnés dépend des qualités du toxique mais aussi du choix des appâts, et du bon emploi des appâts empoisonnés. Un poison efficace peut être pratiquement sans effet s'il est mal utilisé.

Pour être susceptible d'un large emploi en Agriculture, un toxique d'ingestion doit réunir, à notre avis, les propriétés suivantes :

— Toxicité suffisante à l'égard de l'espèce considérée.
— Facile acceptation par les Rongeurs.
— Danger le plus réduit possible pour l'Homme et les animaux.
— Prix de revient faible.

Cela nous entraînerait beaucoup trop loin de préciser le terme de « toxicité suffisante ». Nous dirons simplement que l'étude de la toxicité d'un produit doit se faire sur l'espèce considérée parce que les Rongeurs peuvent présenter entre eux de très notables différences de sensibilité aux poisons et que « toxicité suffisante » et « facile acceptation » sont deux qualités non totalement indépendantes car un poison donné ne peut généralement pas être introduit dans un appât à un taux supérieur à un certain chiffre sans que se manifeste une action répulsive marquée.

D'une façon commode on peut distinguer parmi les poisons d'ingestion utilisés en Agriculture :

a) Les toxiques minéraux ;
b) Les toxiques organiques naturels ;
c) Les toxiques organiques de synthèse.

a) On note à l'heure actuelle une certaine tendance à délaisser les *toxiques minéraux.*

Pour certains comme le *carbonate de baryum* c'est en raison de leur insuffisante toxicité qui entraîne une efficacité pratique irrégulière. Pour d'autres comme les *arséniates* et les *arsénites alcalins* ou *alcalino-terreux*, c'est parce qu'il sont mal acceptés des Rongeurs.

Les *sels de thallium*, notamment le plus usité d'entre eux : le sulfate thalleux, très préconisés a une certaine époque en raison de leur haute toxicité et de leur facile acceptation, sont à l'heure actuelle déconseillés dans beaucoup de pays en raison du danger de leur emploi pour l'Homme et les animaux. Seuls restent vraiment très employés l'anhydride arsénieux et surtout le phosphure de zinc. Ils ne sont certes pas sans danger pour l'Homme et les animaux domestiques mais ce sont les seules armes efficaces que nous ayons contre des Rongeurs tels que le Rat noir [1] par exemple, qui acceptent difficilement les appâts à la strychnine et sont pratiquement réfractaires à la scille rouge et à l'antu.

b) Les *toxiques organiques naturels* utilisés en Agriculture sont la *scille rouge* d'une part et la *strychnine et ses sels* d'autre part. Ce sont certainement les toxiques de beaucoup les plus employés et ils donnent lieu à un trafic commercial important.

La *scille rouge* du commerce est une poudre obtenue par le broyage des bulbes récoltés, séchés et traités convenablement d'une plante méditerranéenne spontanée : la scille maritime.

Dans la pratique, la scille rouge ne peut guère être préconisée que contre le Surmulot ou Rat gris qui est l'espèce la plus cosmopolite des Rats. Son grand intérêt réside dans sa faible nocivité à l'égard de l'Homme et des animaux domestiques.

On trouve actuellement sur le marché des extraits alcooliques ou glycériniques de scille rouge. Industriellement, ces extraits ont l'intérêt de pouvoir utiliser des lots de bulbes dont la teneur en principe actif est faible. Une poudre de scille rouge de qualité loyale a une dose léthale médiane de 250 à 500 mg par kg de poids vif à l'égard du Surmulot. Les extraits ne sauraient avoir d'intérêt pratique que si leur teneur en produit actif est notablement plus élevée qu'une poudre de scille tout en conservant son inocuité pratique à l'égard de l'Homme et des animaux.

De nombreux chercheurs ont tenté d'isoler et d'identifier la matière active de la scille rouge. En l'état actuel des travaux, on peut penser que les glucosides amorphes obtenus par eux et dénommés scillitoxine, scillitine, scillidiurétine, xanthoscillide scillinine, scillipicrine et scillimarine sont des corps non totalement purifiés et que les corps cristallisés obtenus par STOLL et ses collaborateurs, par PICARD et BIJLSMA sont des corps très voisins du principe actif mais qui pourraient ne pas lui être identiques. Pratiquement nous n'en sommes encore sur ce sujet qu'au stade laboratoire et l'intérêt pratique de ces produits purs est conditionné avant tout par leur prix de revient.

(1) *Rattus rattus* L.

Les *sels de strychine* et, à un moindre degré, la *noix vomique* à partir de laquelle ils sont préparés, sont toujours très utilisés. Leur toxicité à l'égard de l'Homme et des animaux domestiques est grande mais la sensibilité très forte présentée par la plupart des Rongeurs à l'égard de cet alcaloïde permet généralement d'abaisser à 1 p. cent et parfois à 0,5 p. cent leur dose d'utilisation ce qui, ajouté à l'extrême amertume des produits, diminue sensiblement les risques d'accident.

c) *Les poisons organiques de synthèse* :

Ce sont, croyons-nous, les Allemands qui étudièrent les premiers certains poisons organiques de synthèse en vue de leur utilisation dans la lutte contre les Rongeurs. Au moment de la guerre plusieurs produits étaient chez eux à l'étude et avaient donné lieu à une expérimentation assez développée. Nous avons pu avoir quelques renseignements sur certains d'entre eux : le *Castrix* : 2 chloro-4 méthyl-6 diméthyl aminopyridine, le *Gp* 4243 : p- diméthyl amino phényl diazosulfonate de sodium et le *Muritan* : p-chloro phényl diozoamino amide thiocarbonate de sodium. Certains autres produits seraient des composés phosphoriques sur lesquels nous manquons de renseignements précis. La fabrication de certains d'entre eux est reprise à l'heure actuelle ; ils sont destinés les uns à la lutte contre le Surmulot, les autres à celle contre les Campagnols et Mulots.

Durant la guerre, des laboratoires américains ont après des recherches systématiques découvert et étudié d'une façon très approfondie un poison d'une extrême violence : le *monofluoroacétate de sodium*, plus connu sous le nom de 10-80 donné au produit technique commercial qui en contient 90 p. cent au moins. Ce produit a été utilisé durant la guerre par les services sanitaires des armées américaines et britanniques en vue de la destruction des Rats (Surmulot, Rat noir sous ses différentes formes, espèces tropicales). Il s'est révélé être d'une efficacité remarquable qui le classait au premier rang parmi les raticides. Il pourrait être employé contre toutes les espèces de Rongeurs, malheureusement, il est de 20 à 25 fois plus toxique que la strychnine pour le plus grand nombre des animaux à sang chaud et probablement pour l'Homme aussi. Sans goût, sans odeur, sans antidote connu, on ne peut songer à l'emploi courant de ce toxique en Agriculture.

C'est également durant la guerre que le docteur américain C.P. RICHTER découvrit accidentellement la toxicité à l'égard du Surmulot de certains dérivés de la thiourée. Il chercha alors un dérivé hautement toxique pour le Surmulot et facilement accepté par lui. Il mit ainsi au point *l'alpha naphtyl thiourée* que l'on désigne habituellement par le mot *antu* formé de ses initiales. Ce produit s'est révélé être un des plus intéressants que l'on connaisse contre le Surmulot. L'*antu* est pratiquement peu dangereux pour l'Homme les animaux domestiques et la plupart des animaux sauvages. Malheureusement, il ne peut guère être utilisé contre les Rongeurs autres que le Surmulot.

Nous voyons donc que l'étude des poisons organiques de synthèse est actuellement activement poussée. Le gros intérêt de ces recherches c'est que la découverte de toxiques pratiquement spécifiques, c'est-à-dire d'une grande efficacité à l'égard de l'espèce considérée et d'un faible danger pour l'Homme et les animaux domestiques et sauvages, semble désormais possible. Il serait particulièrement souhaitable pour l'Agriculture française que de tels toxiques puissent être mis au point contre le Rat noir, le Mulot et le Campagnol des Champs contre lesquels nous ne pouvons disposer que de produits encore trop dangereux pour qu'ils soient d'un libre emploi.

Signalons pour terminer que durant ces toutes dernières années des études ont été faites en vue de l'utilisation de substances *anticoagulantes* pour la destruction des Rats. L'une d'entre elles est déjà commercialisée ; il s'agit d'un corps voisin de la vitamine K ; c'est la 3 (alpha phényl béta acétyéthyl) 4 hydroxycoumarine désignée généralement par le terme de Warf 42. Ces corps sont employés un peu différemment des autres toxiques. Facilement acceptés aux doses d'utilisations préconisées et nécessitant une répétition de l'ingestion, l'empoisonnement se fait durant une période de plusieurs jours consécutifs et on entrevoit la possibilité de pouvoir les utiliser avec une méthode moins stricte qu'avec les autres poisons d'ingestion.

7° *Les poudres-poisons.* — Nous appelons *poudre-poison*, une poudre pure ou diluée par une matière inerte qui répandue à l'entrée des terriers et sur les passages des Rongeurs provoque la mort de ceux qui entrent en contact avec elle. On les appelle parfois poison de contact mais à notre avis, ce terme implique que la matière active est susceptible de pénétrer au travers de la peau des Rongeurs comme un insecticide de contact pénètre au travers des téguments de l'Insecte. Un tel mode d'action n'a pas été, à ma connaissance, mis en évidence pour les produits employés contre les Rongeurs qui probablement agissent comme des toxiques d'ingestion, l'animal s'empoisonnant soit en se léchant soit en contaminant ultérieurement sa nourriture.

La première poudre-poison utilisée fut le *fluosilicate de sodium* ; elle le fut contre le Surmulot et la Souris. Son efficacité est satisfaisante, mais la toxicité de ce composé fluoré et surtout la propriété qu'il a d'être un toxique d'accumulation oblige à ne l'employer qu'avec beaucoup de circonspection.

Récemment on a préconisé l'emploi dans les mêmes conditions de poudres titrant 20 ou 25 p. cent d'*antu* pour la lutte contre le Surmulot. Le procédé est tentant par sa simplicité mais de la documentation qui commence à se rassembler au sujet d'un tel emploi de l'*antu*, il ressort pour l'instant, que le procédé et le produit ne sont indiscutablement intéressants que lorsque l'on n'a affaire qu'à un nombre restreint de Surmulots.

Quoiqu'il en soit, il y a là une voie nouvelle de recherche qu'il convient d'explorer

notamment en vue de la découverte de poudre-poison à l'égard des petits Rongeurs des Champs.

8° *Conclusions.* — De cet inventaire, malheureusement sommaire et aride, il me semble que l'on peut dégager les conclusions suivantes :

Malgré leur intérêt réel, nous manquons de produits répulsifs, vraiment efficaces, utilisables sur les végétaux ;

Nous possédons un certain nombre de toxiques respiratoires, mais leur emploi est pratiquement plus limité qu'on ne le désirerait ;

C'est dans le domaine des toxiques d'ingestion que notre arsenal est le plus complet et que les progrès les plus sensibles ont été réalisés.

Si l'on ajoute qu'il existe encore des espèces de Rongeurs ayant une importance agricole réelle contre lesquels nous ne disposons que de moyens insuffisants de lutte comme, pour la France seulement, le Rat noir, le Campagnol terrestre et le Lapin de garenne, nous voyons que malgré l'importance considérable de la contribution apportée par l'industrie chimique à la lutte contre les Rongeurs nuisibles à l'Agriculture, cette contribution n'est pas encore suffisante. Il convient d'ailleurs de reconnaître que les progrès à réaliser ne sont pas simplement conditionnés par des recherches d'ordre chimique et toxicologique, mais également par celles d'ordre biologique, car un moyen de lutte n'atteint sa pleine efficacité que s'il est employé avec une parfaite connaissance de la Biologie du prédateur.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

SERGENT (E.). — **Définition de l'immunité et de la prémunition.** *Ann. Institut Pasteur*, t. 79, nº 5, 786-797, 1950.

L'auteur donne dans ce mémoire des définitions dont la connaissance est utile au phytopathologiste. Il est en effet souhaitable que celui-ci parle autant que possible la même langue que le médecin.

Le parasitisme microbien est dit *infection* ; le parasitisme non microbien *infèstation*. La *virulence* est la propriété combative qui permet à un parasite de tirer sa subsistance d'un autre être animé. Les moyens de défense de l'organisme attaqué sont désignés depuis 1866 sous le nom d'immunité. L'expression « immunité naturelle » doit être abandonnée car elle est trop restrictive ; l'immunité acquise est, elle aussi, naturelle, et se rapporte à des états divers qu'il faut distinguer. Le terme « résistance innée » proposé en 1935 par E. SERGENT et L. PANOT est préférable.

Quand une infection s'établit, elle couve d'abord, c'est l'*incubation*. Ensuite l'organisme réagit, c'est la *crise* ou *accès*. Si le microbe triomphe, c'est la *mort* de l'organisme attaqué. Si l'organisme sort victorieux et détruit tous les microbes, c'est la *guérison*. La victoire est marquée par l'acquisition de l'*immunité acquise*. Il arrive aussi que l'issue du conflit reste indécise. L'infection persiste, après la crise aiguë, sous forme latente (*infection chronique ou latente*). Il ne faut pas confondre l'infection latente dans laquelle le microbe continue à se développer avec le cas de microbes pathogènes subsistant sous les téguments ou les muqueuses ou dans l'intestin d'anciens malades.

L'infection latente métacritique qui s'installe dans un organisme dont les forces de résistance sont incapables de chasser le microbe se transforme en une sorte de symbiose qui apporte un bénéfice à l'hôte. La présence du parasite, dans les tissus, même en faible quantité, entretient celui-ci dans un état d'alerte qui provoque un développement marqué des forces de défense interne. Le premier virus exclut l'installation d'un second. C'est la *loi de préséance* formulée en 1935 par l'auteur. Quantité de termes ont été proposés pour expliquer ce phénomène. Le terme *tolérance* n'en exprime qu'une partie. C'est pourquoi l'Institut Pasteur d'Algérie, a proposé en 1924, après avoir étudié les paludismes aviaires et piroplasmoses bovines de substituer l'expression *prémunition* à celle de tolérance ou immunité relative.

La *prémunition* se caractérise par une *résistance à la surinfection* (totale ou partielle). Dès que l'infection cesse la sensibilité réapparaît. Prémunir signifie se munir par précaution, fortifier d'avance, mettre en garde contre (de *præ* auparavant, munir de *mœnia* mur de défense). Le verbe correspondant est *prémunir*. Le virus-vaccin peut être *prémunissant* (et non *prémunisant* comme on l'écrit parfois incorrectement).

L'infection latente reprend parfois une forme aiguë : c'est l'accès de *rechute*. Un même parasite par ex. le *Plasmodium relictum* agent d'un paludisme des passereaux transmis par un *Culex* provoque une prémunition chez un hôte, l'oiseau, mais non chez le second, le cousin. *Exemples de prémunition* : tuberculose, fièvre ondulante, paludisme, maladies à spirochétales telles que la syphilis, les rickettsioses, certaines mycoses. Il y a des cas d'*infections latentes d'emblée*. Le microbe pénètre et végète clandestinement dans son hôte. L'individu bénéficie de l'immunité ou de la prémunition sans crise préalable (scarlatines, diphtéries, etc...). C'est l'*infection inapparente* de Charles-Nicolle mais ce dernier terme ne rend pas pleinement compte du phénomène. Certaines infections (pneumocoque, streptocoque, etc...) ne confèrent ni immunité ni prémunition.

L'auteur suppose que ce sont les mêmes facteurs qui interviennent dans l'immunité et la prémunition. L'auteur conclue en citant L. PARROT. On ne contracte plus une maladie d'immunité vraie *quand on l'a eue* et une maladie à prémunition *quand on l'a et tant qu'on l'a*.

P. L.

QUANJER (H.M.) et THUNG (T.H.). — **International committee on Nomenclature and classification of Plant viruses** (Comité international de nomenclature et de classification des virus des plantes). *Tijdscher. Plzickt.*, 56, 4, 280-287, 1950. R.A.M. XXIX, 12, p. 602.

Un questionnaire a été adressé par le Comité de Nomenclature et de Classification de la Société des Phytopathologistes Américains, à 190 spécialistes des maladies à virus

---

(1) Pour répondre au désir exprimé par de nombreux abonnés de découper, aux fins d'indexation, la *Documentation des Annales des Épiphyties*, 2 exemplaires de la partie " Documentation " sous forme de tirés à part, seront adressés sur demande en plus de celui compris normalement dans la revue, moyennant un supplément annuel de 150 francs (Étranger : 200 francs).

en vue de savoir s'ils préféraient la nomenclature chiffrée de JOHNSON modifiée par K.M. SMITH où la nomenclature binaire de HOLMES. Sur les 127 réponses reçues 80 étaient favorables à la nomenclature binaire, 39 à la nomenclature chiffrée et 2 n'exprimaient pas de préférence. Une circulaire analogue adressée en Hollande à 22 spécialistes par le Comité International de Nomenclature et de Classification des virus des plantes a fourni 18 réponses dont 14 favorables à la nomenclature chiffrée, 2 à la nomenclature binaire, et 2 indifférents. Les auteurs concluent que la question de la nomenclature des virus doit rester ouverte pour le moment. P. L.

BAWDEN (F.C.) et KASSANIS (B.). — **Some effects of host-plant nutrition on the multiplication of viruses** (Quelques effets de la nutrition de la plante hôte sur la multiplication du virus). *Ann. Appl. Biol.*, XXXVII, 2, 215-228, 1950.

Les quantités de virus de la Mosaïque du Tabac présentes dans des Tabacs infectés varient beaucoup en fonction de la nutrition minérale des plantes. L'apport de phosphore augmente la dimension des plantes, la concentration des jus en virus et le virus total. L'azote augmente la taille de la plante seulement si l'on ajoute aussi du phosphore et n'augmente la concentration en virus et le virus total que si cette condition est requise. L'apport combiné d'acide phosphorique et d'azote double la concentration en virus des jus et augmente jusqu'à 40 fois la quantité totale de virus. Sur toutes les plantes 1/3 seulement du virus contenu dans les feuilles se retrouvait dans le jus. La production du virus paraît se produire aux dépens de protéines normales de la plante et le rapport de la quantité de virus à celle des autres substances azotées était plus élevé chez les plantes recevant un supplément de phosphore mais non d'azote.

Les effets de la nutrition de l'hôte sur la production de virus dans les feuilles inoculées se rapprochaient de ceux observés dans les feuilles infectées après généralisation de la maladie, mais se montraient plus variables.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence, soit sur le sol, soit sur sable, un effet quelconque de la nutrition de l'hôte sur le pouvoir infectieux intrinsèque du virus de la Mosaïque du Tabac.

La concentration du virus dans les jus de Pommes de terre infectées en totalité avec deux souches de virus X n'était pas affectée de façon significative par les engrais. Le principal effet de la nutrition sur le virus était indirecte et imputable à l'action sur la taille de la plante. P. L.

VAN DER PLANK (J.E.). — **Vulnerability and resistance to the harmful plant viruses : a study of why the viruses are where they are** (Vulnérabilité et résistance aux virus nuisibles des plantes : recherche des raisons pour lesquelles les virus sont où ils sont). *S. Afrik. Jvern. van Weten Skaap.*, 58-66, septembre 1949.

Dans cette étude fort originale, l'auteur recherche les causes de la répartition des maladies à virus sur les diverses espèces végétales.

Il distingue la *vulnérabilité* : ensemble des facteurs qui, chez une espèce, favorisent les contaminations. Elle dépend de la longévité de la plante, de sa taille, de son développement dominant dans les associations. La *sensibilité* et la *résistance* n'ont pas besoin d'être définies ici ; soulignons seulement que le terme résistance est conçu ici dans son sens le plus large (immunité, résistance à l'attaque, tolérance).

Grâce à la sélection naturelle les plantes les plus vulnérables sont normalement tolérantes *dans la nature*. Les plantes sensibles sont en majorité des plantes peu vulnérables dans la nature (faible longévité, petite taille, végétation en ordre dispersé).

L'homme est intervenu en bouleversant cet équilibre. La monoculture qui réunit en masses énormes des plantes normalement dispersées dans la nature augmente considérablement la vulnérabilité des espèces sensibles. La multiplication végétative agit dans le même sens : d'une part elle prolonge anormalement la vie des clones (certaines variétés de Pommes de terre ont 60 ans) et d'autre part en permettant la dispersion d'organes de conservation comme les tubercules, elle augmente considérablement le gradient de contamination.

Les arbres fruitiers seraient dans une situation intermédiaire entre celle des plantes de grande culture et horticoles très attaquées et celle des arbres forestiers presque tous résistants, si l'homme ne les multipliait pas par voie végétative ce qui augmente leur longévité et par conséquent leur vulnérabilité. De plus, le greffage entre espèces différentes a souvent des effets funestes en rendant dangereux des virus normalement tolérés (cas des *Citrus*).

L'auteur signale en outre incidemment qu'il faut distinguer, à côté de la résistance d'une plante à tel ou tel virus particulier ou *résistance spéciale*, la *résistance générale* à tous les virus ou, au moins, à tout un groupe de virus. Ce dernier type de résistance est celui que la nature a créé chez les espèces dominantes telles que les arbres forestiers, par sélection naturelle. Le sélectionneur ne l'a pas envisagée jusqu'à présent.

Ces spéculations sont en grande partie conjecturales et l'on ne saurait souscrire sans réserves à toutes les affirmations de l'auteur. Celui-ci a eu cependant l'immense mérite de formuler des hypothèses qui donnent beaucoup à réfléchir. On remarquera que la *vulnérabilité* telle qu'il la définit est un caractère entièrement virtuel. Cette remarque est essentielle à la compréhension des développements qui précèdent.

Johnson (J.). — **Virus particles in various plant species and tissues** (Particules de virus chez diverses espèces de plantes et dans divers tissus). *Phytopatho.* XLI, 1, 78-93, 1951.

L'auteur a étudié les particules de 35 virus sur 50 espèces végétales infectées. L'exament était fait par alimentation du végétal avec de l'eau sous pression. La tige traverse un bouchon de caoutchouc muni d'un orifice convenablement calibré et plonge dans un récipient contenant de l'eau sous pression. Des gouttes d'exsudats sortent par les stomates aquifères ou les nervures sectionnées. Elles apparaissent presque immédiatement. Ces gouttelettes contiennent le virus et peuvent être montées pour examen au microscope électronique. Avec certains virus des inoculations de contrôle étaient réalisées, notamment dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac, avec un hybride hypersensible *N. Tabacum N. glutinosa.*

Dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac, les particules ont été isolées de trente espèces et de tous organes y compris racines, pétales de fleurs, étamines, pistils. Les particules isolées à l'extrémité des nervures paraissent formées en majorité dans le liber et le xylème et non en provenance de tissus adjacents. On a toujours trouvé des particules en forme de bâtonnets même chez les espèces appartenant à d'autres familles que les Solanées (*Daucus carota, Digitalis lanata, Eryngium aquaticum, Phlox drumondii, Zinnia élégans, Plantago major*). Il y avait des variations dans la longueur et la largeur des particules, mais celles-ci étant très amples sur un même hôte n'ont pu être considérées comme significatives d'un hôte à l'autre. D'une souche à l'autre de la Mosaïque ordinaire aucune différence significative n'a été vue, la variabilité étant très grande au sein de chacune.

On a toujours trouvé des particules lorsque le produit étudié était infectieux. Le nombre de particules était d'ailleurs influencé de façon significative par l'espèce infectée ou l'organe sur lequel le prélévement était réalisé. Il est important de noter que la *corrélation entre le dosage par la méthode des lésions locales et le nombre de particules était souvent mauvaise.* Sur des échantillons prélevés sur des feuilles de Tabac on obtenait une centaine de lésions pour trois millions de particules tandis que chez d'autres espèces fournissant seulement 1 à 10 lésions le nombre de particules correspondant était loin d'être des milliers de fois plus élevé. Les particules ont été retrouvées, mais en faible quantité, à partir de tissus nécrosés obtenus par inoculation de l'hybride hypersensible.

Il faut noter que l'ombrage à l'uranium crée moins d'artefact que l'or. Sur les meilleures photographies à de très forts grossissements (91.000) de nombreux bâtonnets paraissent formés par un empilement de sphères ou de disques. Une des photographies publiées est très suggestive à cet égard. Il est impossible de dire si ces sphères correspondent bien à une particule fondamentale.

Des particules en forme de bâtonnets ont été étudiées en relations avec d'autres virus, virus X de la Pomme de terre, virus 3 et 4 du Concombre, Mosaïque du Trèfle incarnat, Mosaïque de l'Œillet, Mosaïque du Pois, virus du Ring-spot et du streak du Tabac sur le Maïs ainsi que quelques autres. Il est à noter que, dans le cas du Ring-spot du Tabac, on avait décrit des particules arrondies et l'auteur estime que ses observations sur ce virus où il a vu des bâtonnets dans 6 échantillons sur 14 doivent être confirmées. D'autres virus doivent aussi être classés parmi les cas douteux (Mosaïque de la Luzerne, du Glaïeul, Mosaïque du Concombre) le cas du virus de la Mosaïque ordinaire du Concombre est spécialement intéressant en raison de la ressemblance des symptômes sur Tabac avec la Mosaïque du Tabac. Cette maladie donne généralement peu de particules en forme de bâtonnets, mais la présence occasionnelle de bâtonnets bien formés peut être considérée, estime l'auteur, comme significative au point de vue de l'origine des particules de ce type sans relation proportionnelle avec le pouvoir infectieux. Dix-neuf autres maladies à virus examinées au microscope électronique n'ont pas montré de particules en bâtonnets (jaunisse des Reines-Marguerites, Mosaïque du Haricot, rabougrissement du Chrysanthème, Mosaïque du Dahlia, etc...). Ces résultats ne sont peut être pas concluants, le contenu des tissus vasculaires ayant seul été examiné et les épreuves de pouvoir infectieux n'ayant pas été réalisées.

L'utilisation des exsudats de sudation pour l'examen au microscope électronique est fort intéressant et a été réalisé indépendamment par Thung 1948 avec des résultats similaires. Cette méthode s'est également révélée intéressante pour l'étude du matériel normal contenu dans les tissus vasculaires.

Les indications sur la structure des particules du virus de la Mosaïque du Tabac sont importantes. Elles confirment la grande variabilité de leur longeur. Elles apparaissent sur les meilleures photographies comme un chapelet de grains, sont généralement rigides et rarement ramifiées. Rien ne paraît indiquer que ce matériel ressemble à un être vivant. L'auteur considère également comme peu vraisemblable que ces particules soient des molécules chimiques représentant l'unité fondamentale du virus. Ce point de vue s'appuie en partie sur l'absence de formes de particules uniformes quand on examine plusieurs types de virus. Les agrégats de particules du virus de la Mosaïque du Tabac ressemblent à des cristaux et paraissent correspondre au matériel strié décrit par Hoggan. Le matériel flexible filiforme représente peut être un stade intermédiaire du développement de particules rigides.

Dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac une préparation pour examen au microscope électronique, correspondant au 1/4 d'une goutte d'exsudat contient 100 000 à 3 000 000 de particules. Cependant l'inoculation sur l'hybride hypersensible donne en moyenne moins de 100 lésions. Ceci confirme le fait connu des faibles pourcentages de par-

ticules causant l'infection. Bien que ceci puisse être attribué à la faible sensibilité de l'hôte, on a souvent montré que l'hybride hypersensible fournit quelques lésions avec un jus de plante malade dilué à 1/10 000 000. Le désaccord entre le nombre de particules et le pouvoir infectieux devient plus évident lorsqu'on compare des échantillons d'origines différentes. De plus les particules extraites des tissus vasculaires sont relativement peu infectieuses. Enfin des particules ont été trouvées en nombre aussi élevé sur des Tabacs à fumer anciens ayant perdu leur pouvoir infectieux. Les particules sont donc plus résistantes à la destruction que toute autre formation.

L'auteur estime nécessaire d'admettre que les particules contiennent des unités pathologiques plus petites pour expliquer les faits. Une considération plus attentive du postulat KOCH est nécessaire pour déterminer la vraie nature des unités fondamentales du virus. P. L.

ROBERTS (F.M.). — **The infection of plants by viruses through roots** (Etablissement des virus chez certaines plantes, par l'intermédiaire des racines). *Ann. appl. Biol.*, XXIII, 3. 385-396, 1950.

L'auteur a déjà signalé en 1948 que le virus X de la Pomme de terre était transmissible par contact entre les racines des plantes malades et saines chez la Pomme de terre et la Tomate. Les essais relatés dans ce mémoire précisent certains points. L'addition de jus infectieux dans le sol (essais avec les virus du Bushy stunt de la Tomate, X de la Pomme de terre et de la Mosaïque du Tabac) a permis d'obtenir un certain nombre d'infections. Le virus reste alors parfois localisé dans les racines. L'écimage n'a pas favorisé la montée du virus dans les organes aériens. Ces essais étaient réalisés sur la Tomate et la détection du virus par lésions locales sur *N. glutinosa*.

Le virus a été inoculé à des racines de Pommes de terre de la variété *Majestic* par friction avec de la célite. Sur 10 plantes une seule manifesta des symptômes. Cette plante fut également la seule où le virus put être décelé dans le feuillage. Neuf plantes sur 10 contenaient le virus dans leurs racines. Certaines de ces plantes fournirent des tubercules infectés, ce qui confirme la suggestion antérieure de l'auteur (ROBERTS, 1948) que le virus X peut se propager sans envahir le feuillage.

L'inoculation des racines de Tomate avec le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre seuls ou en mélange a fourni des résultats analogues, mais la proportion de plantes dont les parties aériennes étaient infectés se montrait beaucoup plus élevée. Dans certaines expériences, mais non dans toutes, la proportion d'infections générales était plus élevée lorsque l'inoculation était réalisée sur le pivot ou les racines superficielles que lorsqu'on la pratiquait sur les racines adventives fibreuses. Chez la Tomate, comme chez la Pomme de terre, le virus X se transmettait des plantes malades aux plantes saines cultivées en milieu liquide à condition qu'il y ait contact entre les racines.

Il est singulier de constater, ainsi que le remarque l'auteur, à quel point la proportion des plantes présentant une infection générale à la suite de l'infection des racines varie d'une expérience à l'autre avec le même virus et la même espèce végétale. De même pourquoi dans une expérience exécutée sur des plantes aussi semblables que possible le virus reste-t-il confiné dans les racines de certaines alors qu'il se généralise chez les autres ? Dans le cas du virus X de la Pomme la possibilité d'une transmission aux tubercules sans que le feuillage soit atteint, mérite une étude approfondie. P. L.

STAHMANN (M.A.), HAGEDORN (D.J.) et BURGER (W.C.). — **The election micrography of the Wisconsin Pea streak virus** (Photographie au microscope électronique du virus du « wisconsin Pea streak »). *Phytopatho.*, XL, II, 999-1006, 1950.

Le virus a été purifié par centrifugation à grande vitesse. Les préparations sont désséchées à congélation avant examen au microscope électronique. Les particules du virus sont allongées. Leur épaisseur est comprise entre 10 et 14 mμ. Leur longueur varie entre 150 mμ et 5 000 mμ. L'aspect est filamenteux et flexible. Au début du développement de la maladie, avant l'apparition des symptômes, les particules sont très courtes. Les préparations conservées dans l'eau distillée à 4° présentent une telle agrégation des particules que celles-ci ont une longueur qui excède le champ du microscope. P.L.

MC CLEAN (A.P.D.). — **Some forms on streak virus occuring in Maize, Sugar-Cane, and wild Grasses** (Certaines formes du virus du streak observées sur le Maïs, la Canne à sucre et des graminées sauvages). *Sci. Bull. Agric. Afr.*, 265, 39 p., 21, 1947. R.A.M., XXIX, 12, p. 614.

L'étude citée confirme l'existence de plusieurs virus du Streak. Ceux-ci peuvent être distingués soit par leurs hôtes (Maïs, canne à sucre, *Digitaria horizontalis et Eleusine indica*) soit par le type de Mosaïque observé sur certains hôtes. La rapidité du développement à l'intérieur de l'hôte fournit également un moyen de différencier certains d'entre eux. La plupart sont transmissibles à plusieurs espèces. Les deux plus importants au point de vue économique en Afrique du Sud sont le virus Ubas et la forme A. Les formes trouvées sur les Graminées spontanées ne sont pas importantes au point de vue économique.

L'auteur conclue que les virus du Streak forment un groupe naturel en raison de leur mode de transmission (par *Cicadulina mbila*) et la grande similitude de leurs symptômes. Les deux formes trouvées sur le Maïs sont plus voisines entre elles qu'elles ne le sont du virus Uba lequel est probablement uni d'une façon plus étroite aux virus des Graminées spontanées. P.L.

LUCKWILL (L.C.) et CROWDY (S.H.). — **Virus diseases of fruit trees. II. Observations on Rubbery wood. Chat fruit and Mosaïc in apples** (Les maladies à virus des arbres fruitiers. II. Observations sur les maladies du Pommier désignées sous les noms de « Rubbery-wood », « Chat fruit » et « Mosaïque »). *Long. Ashton. Ann. Rep.*, 68-79, 1950.

Observations réalisées au cours des cinq dernières années sur plusieurs maladies à virus du Pommier avec référence spéciale à la var. « Lord Lambourne ».

1 *Ruberry wood* surtout sérieuse sur « Lord Lambourne ». Les branches perdent leur rigidité et deviennent flexibles comme de l'osier. La récolte est réduite en raison surtout des faibles dimensions de l'arbre.

2. *Chat fruit* uniquement sur « Lord Lambourne ». Les fruits restent petits et verts, parfois invendables en totalité.

3. *Mosaïque* le gravité en est très variable. Dans les cas graves il y a défoliation précoce et affaiblissement de l'arbre.

4. *Flat limb*. — Sur « Gravenstein ». Une forme atténuée existe sur « Lord Lambourne ». Les branches sont rabougries et contournées en rubans. Chez « Lord Lambourne » et quelques autres variétés le « Flat limb » ne se rencontre qu'à la partie inférieure de la charpente et les rameaux ne sont pas contournés.

Le diagnostic est souvent difficile car, aux premiers stades, la maladie reste souvent confinée sur quelques branches. De ce fait l'expansion dans les vergers est difficile à étudier. Celle-ci existe pourtant d'une façon certaine dans le cas du « Rubbery wood » et de la Mosaïque mais paraît lente. Il paraît également probable, bien qu'il n'y ait pas à cet égard de certitude absolue, que le « Chat fruit » se répand naturellement, lui aussi. Il est probable qu'il y a un insecte vecteur.

De nombreux clones de porte-greffes paraissent porteurs du virus du « Ruberry wood ». Le clone Malling II est exempt de ce virus. Lorsque les arbres sont gravement atteints de Mosaïque, le mieux est de les arracher. Dans le cas du « Ruberry wood » et du « Chat fruit » on peut surgreffer avec une variété tolérante. P. L.

LOTT (T.B.). — **« Lambert Mottle » a transmissible disease of Sweet Cherry** (« Lambert Mottle » une maladie infectieuse des Cerisiers doux). *Scient. agric.*, XXV, 12, 776-779, 1945.

Description d'une nouvelle maladie à virus des Cerisiers. Les symptômes n'apparaissent que sur la variété « Lambert ». En été on voit apparaître des décolorations jaunes entre les nervures des feuilles les plus agées bientôt suivies par de nombreuses petites taches de couleur pourpre où chocolat qui brunissent ensuite. De plus, sans relation apparente avec ces derniers symptômes, on voit apparaître sur la feuille des zones brunes de 3 cm de long. Celles-ci apparaissent à n'importe quel endroit, exception faite de la nervure médiane. Au milieu de l'été la couleur verte des feuilles les plus âgées vire au jaune, tandis que les taches vert jaunâtre verdissent, on observe ensuite une défoliation. La récolte est faible, beaucoup de fruits n'arrivent pas à maturité. La gravité de la maladie augmente d'une année à l'autre et finit par provoquer la mort des rameaux puis des grosses branches. La transmission à la variété « Lambert » s'obtient à tout coup par greffage, aucun symptôme n'est obtenu sur les variétés Bing et Napoléon. P. L.

POSNETTE (A.F.) et ROBERTSON (N.F.). — **Virus diseases of Cacao in west Africa. VI. Vector investigations** (Les maladies à virus du Cacaoyer dans l'Ouest de l'Afrique. VI. Recherches sur les vecteurs). *Ann. appl. biol.*, XXXVII, 3, 363-384, 1950.

En augmentant le nombre de *Pseudococcus njalensis* sur les plantes tests, on fait croître le pourcentage de plantes inoculées par les virus IA et IM jusqu'à 95 p. cent pour 25 insectes. Les jeunes feuilles présentant les symptômes de veinbanding rouge étaient de meilleures sources de virus que les feuilles mûres. Le calcul montre que l'augmentation du pourcentage des infections en fonction du nombre d'insectes utilisés n'est pas due à une action de masse (action cumulative de petites doses de virus, invoquées par GIDDINGS (1946) dans le cas du Curly-top de la Betterave).

Des expériences de transmission par l'insecte paraissent montrer que le virus ne se généralise pas d'une façon absolument complète dans les plantes. La proportion des contaminations augmente avec la durée du repas contaminant jusqu'à 50 min. Les virus IM ne présentent pas de période d'incubation dans l'insecte. Les virus IA et IM se comportent d'ailleurs tous deux comme non persistants.

Les actions du jeûne et de la durée du repas infectieux sont étudiées en détail et présentées sous forme de courbes dans le cas du virus IM. Le pouvoir de transmission de l'insecte augmente régulièrement pour des repas infectieux variant de 1 h à 10 h après une période de jeûne. Après 12 h le pouvoir infectieux diminue. Chez les insectes n'ayant pas jeûné l'augmentation dure 18 h. Le jeûne augmente d'ailleurs le pouvoir infectieux d'une façon importante malgré la longue durée du repas infectieux. (KASSANIS avait estimé que le virus de la jaunisse du Pissenlit classé comme persistant par WATSON en raison de l'absence d'action de jeûne était en réalité non persistant, l'absence d'effet du jeûne étant due selon lui à la longue durée du repas infectieux. Les résultats de l'auteur montrent que la nécessité d'un long repas infectieux lorsque le virus est peu concentré dans la plante malade, n'est pas incompatible avec un effet visible du jeûne).

Les résultats observés s'accordant mal avec l'idée de WATSON et ROBERT (1939) selon laquelle l'inactivation des virus non persistants serait due à la sécrétion d'une substance inactivante qui apparaîtrait peu après que la prise de nourriture l'aurait stimulée. Dans cette hypothèse le virus absorbé pendant les premières minutes ne serait pas inactivé et le pouvoir infectieux augmenterait avec la durée du repas. Au bout de quelques minutes, la substance opérant, l'inactivation serait plus importante que l'absorption du virus. Dans le cas étudié ici, la chute du pouvoir infectieux n'apparaît qu'au bout de 12 h. Il est difficile d'admettre que la substance inactivante n'est sécrétée qu'au bout de ce temps. Une autre hypothèse serait, qu'elle est secrétée de façon continuelle mais que l'absorption du virus est plus importante que l'inactivation jusqu'à ce que l'insecte soit repu. S'il en était ainsi les insectes n'ayant pas jeuné devraient se comporter de façon analogue. L'auteur suppose que chez les pucerons la substance inactivante apparaît en réponse immédiate à la présence de nourriture dans le tube digestif ; chez *Ps. najalensis* elle apparaîtrait lorsque l'insecte est repu, mais les insectes ayant jeuné commencent et finissent leur repas plus tôt que les autres. S'il en est ainsi le virus IM ne tombe pas exactement dans la catégorie du virus non persistant, bien que sensible à l'action du jeûne. Le phénomène de base serait pourtant le même, les différences étant provoquées par les modes de nutrition différentes des deux catégories d'insectes vecteurs, les concentrations différentes en virus actif et inactivateur et la vitesse respective d'absorption du virus par le Cochenille et le Puceron. P.L.

POSNETTE (A.F.). — **Virus diseases of Cacao in west Africa. VII. Virus transmission by different vector species** (Maladies à virus du Cacaoyer dans l'Ouest de l'Afrique. VII. Transmission des virus par différents insectes vecteurs). *Ann. appl. Biol.*, XXXVII, 3, 378-384, 1950.

Treize espèces de Coccideae ont été éprouvées comme recteurs de 17 virus du Cacaoyer les espèces suivantes transmettent certains virus : *Paraputo ritchici* Laing. *Phenacoccus* sp. H 6418 (? sp. nov). *Pseudodoccus bukobensis* Laing *P. brevivepes* C.K.II *Pseudodoccus gahani* Green, *Ps. longispinus* T.T. sp. voisine du *Ps. masakensis* James. Les virus transmissibles par *Ps. longispinus* ne l'étaient généralement pas par *Ferrisia virgator* CKII mais il n'y avait pas d'autre spécificité des insectes recteurs. P. L.

DEMAZEE (J.B.) et MARCUS (C.P.). — **Strawberry viruses in eastern United states as expressed when transmitted to Fragaria vesca** (Symptômes sur *Fiazaria vesca* du virus du Fraisier existant dans l'Est des Etats-Unis), *Phytopatho.*, XLI, p. 10, 1951.

Plus de 800 fraisiers ont été greffés sur *Fragaria vesca* en 1950, y compris 53 variétés et sélections, en provenance de 20 états. Un pourcentage élevé de plantes a donné des symptômes sur *F. vesca*, correspondant à deux et peut être à trois types de symptômes. Ces types sont désignés sous les noms de virus 1, 2 et 3, mais sont peut être sans rapports avec les désignations identiques proposées par d'autres auteurs. Les symptômes sur *F. vesca* sont décrits. P. L.

LARSON (R.H.) et DARBY (J.F.). — **Variation in virulence of potato virus Y isolates from different sources** (Variations de virulence de souches de virus y isolées de différentes sources). *Phytopatho.*, XLI, 23, 1951.

Epreuves de 18 origines de virus Y. Etude de la gravité des symptômes sur 18 variétés de Pommes de terre. Ces souches isolées dans les feuilles de Tabac se conserveraient 6 mois après dessication et conservation à 4° sur du chlorure de calcium.

Sur 31 Solanées sauvages ou cultivées de l'Amérique du Sud et d'Amérique centrale aucune ne s'est montrée immune. *Physalis peruviana*. *Lycium halimifolium* et *L. rhombifolium* donnaient des lésions locales avec beaucoup des souches isolées. P. L.

BROADBENT (L.), CHAUDURI (R.P.) et KAPICA (L.). — **The spread of virus diseases to single potato plants by winged aphids** (L'expansion des maladies à virus d'une plante à l'autre, chez la Pomme de terre, par les Pucerons ailés). *Ann. appl. biol.*, XXXVII, 3, 335-362, 1950.

Les auteurs rappellent que dans les meilleures zones de production de plant des Iles Britanniques, le virus Y et celui de l'enroulement semblent se répandre tard en saison. Dans le S.O. de l'Angleterre, par contre, DONCASTER et GREGORY ont trouvé que les deux virus se transmettaient de bonne heure et que les plants sains étaient généralement contaminés à partir de plantes malades du même champ et non de l'extérieur. Ces auteurs en ont conclu que les migrants ailés qui sont à l'origine du début de l'infestation produisent beaucoup plus de contaminations proportionnellement à leur nombre que les importantes populations d'aptères qui se développent plus tard ou que les nombreux ailés qui apparaissent en Juillet ou Août. En vue d'obtenir des renseignement plus précis sur les périodes où les pucerons ailés transmettent les virus, des lots de Pommes de terre en pots étaient laissés à l'extérieur d'une façon échelonnée pendant des périodes de 2 à 3 semaines, pendant l'Été. (On plantait des 1-2 tubercules, la plante issue de l'autre moitié utilisée comme témoin, restant à l'abri des contaminations). Les expériences ont été poursuivies en 1944-45 et 46. Les plantes étaient placées à quelques mètres d'un champ de plantes infectées.

Ces expériences confirment que les migrations d'ailés importantes se produisent uniquement pendant les périodes chaudes, calmes et sèches.

Dans les champs de Pommes de terre voisins, 30 à 40 p. cent du développement de l'épidémie se produisait avant que l'importante population des aptères ne se soit développée. Ces contaminations paraissent imputables aux migrants ailés du printemps. Pendant cette période 2 à 4 p. cent seulement des plantes en pots étaient contaminées malgré la proximité des plantes malades. DONCASTER et GREGORY (1948) avaient montré que plus les plantes étaient voisines d'une plante malade, plus elles avaient de chance d'être contaminées. Ces faits joints à la faible proportion de plantes en pots atteintes au début de la saison paraissent indiquer que les ailés ne se déplacent qu'à courte distance dans le champ.

En Angleterre les migrants ailés quittent la Pomme de terre en Juillet ou au début d'Août. Ce sont ces pucerons qui ont colonisé et contaminé le plus les plantes en pots, ce qui paraît indiquer que ce sont seulement les plantes mûres qui ne sont plus convenables. En 1944 et 1945 les migrants d'été étaient plus nombreux que ceux de printemps, or ils n'ont fait avec les aptères que tripler l'importance de la maladie dans les champs (réduction de la sensibilité des plantes saines, concentration plus faible du virus dans les plantes malades, ou comportement différent de ces ailés). Au milieu de l'été les virus paraissent d'ailleurs transmis surtout par les ailés. En effet, c'est à ce moment que la plupart des plantes en pots sont contaminées. En 1946, seuls les endroits où de nombreux ailés ont été capturés ont présenté une augmentation notable de l'Enroulement dans la deuxième moitié de la saison. Enfin il y a une corrélation étroite entre le nombre d'ailés de *Myzus persicae* et l'expansion des maladies à virus, spécialement l'Enroulement. Il semble donc que les aptères jouent un rôle très faible dans la transmission, même au champ. CZERWINSKI a montré que les aptères ne se déplacent que de quelques plantes à partir de leur origine. Si la plante origine était malade, ses voisines ont beaucoup de chance d'être déjà contaminés par les ailés lorsque les aptères y parviennent.

En 1944 et 1945, mais non en 1946 un pourcentage plus élevé de plantes en pots que de plantes du champ ont été infectées par le virus Y, tandis que l'Enroulement se répandait davantage dans le champ. En 1946 les migrants d'été étaient rares et la proportion de contaminations parmi les plantes en pots était très faible.

La faible transmission de l'Enroulement est difficilement explicable, d'autant plus que ce virus étant persistant sa capacité de transmissions successives par un ailé est plus élevé que celle du virus Y. En 1945, il est vrai la proportion de transmission de l'Enroulement aux plantes en pots fut égale à celle du virus Y (alors que 11 fois plus faible en 1945 et nul en 1946), mais même cette année là elle restait très intérieure au taux de transmission dans les champs 17,3 contre 18,3) alors que le taux de transmission du virus Y était plus élevé que dans les champs (7,5 contre 5,4). P. L.

BALD (J.G.), NORRIS (D.O.) et HELSON (G.A.). — **Transmission of Potato virus diseases. VI. The distribution of the aphid rectors on Sampled Leaves and shoots** (Transmission des maladies à virus de la Pomme de terre. VI. Distribution des insectes vecteurs sur les feuilles et les pousses). *Aust. Journ. of Agric. Research*, I, 1, 18-32, 1950.

Les auteurs ont étudié la distribution du *M. gei* et du *M. persicæ* sur la Pomme de terre pendant six saisons (1941-42 à 1946-47) au premier stade de l'infestation, les numérations de pucerons ailés et d'aptères adultes se rapprochent de la distribution de Poisson, ce qui indique une distribution au hasard dans le champ. Par contre, la numération des nymphes donne des résultats qui s'écartent de la distribution de Poisson. Aux stades ultérieurs de l'infestation la distribution globale des pucerons n'est plus une distribution au hasard mais ceci est dû essentiellement aux nymphes, les adultes restant distribués au hasard à moins que des circonstances particulières telles que de fortes pluies n'interviennent. Le *Myzus persicae* dépose des nymphes principalement sur les 4e, 5e et 6e feuilles à partir de la base et le *M. gei* sur la 2e et 3e feuille, mais les adultes de ces deux espèces se répandent sur la totalité du feuillage. P. L.

KASSANIS (B.). — **Heat inactivation of leaf-roll virus in potato tuber** (Inactivation par la chaleur du virus de l'Enroulement de la Pomme de terre dans les tubercules). *Ann. appl. Biol.*, XXXVII, 3, 339-341, 1950.

Un certain nombre de maladies à virus ont déjà pu être guéries par l'action de la chaleur et notamment le balai de sorcière de la Pomme de terre (exposition des tubercules pendant 6 jours à 36° KUNKEL, 1943).

Les tubercules de plantes infectées par l'Enroulement sont maintenus à l'étuve à 37°. Certains peuvent résister jusqu'à 40 J, mais à partir de 20 J la proportion de ceux qui restent capables de se développer diminue rapidement (dégâts dûs au cœur noir, surtout sensibles lorsque les tubercules sont prélevés dans les champs, aussi beaucoup parmi ces essais ont-ils été réalisés avec des tubercules développés en serre ; dégâts de pourriture sèche ; impossibilité de germer en l'absence de lésions apparentes). Les essais ont surtout été réalisés sur la var. *Majestic*, mais les var. *Arran Consul* et *Arran Victory* ont également été utilisées.

Les essais ont été réalisés depuis 5 ans. Tous les tubercules ayant survécu au traitement pendant 25 J produisaient des plantes saines (il n'y a pas infection par une souche atténuée car si l'on greffe sur ces plantes une pousse de plante infectée, elles développent un enroulement typique).

Le traitement est dépourvu d'action sur les virus X et Y. L'auteur souligne que

certains virus peuvent être inactivés par chauffage prolongé à une température nettement inférieure à leur température d'inactivation. Les virus du *Bushy stunt* de la Tomate et de la Nécrose du Tabac ont des températures d'inactivation voisines de 80°, mais peuvent être inactivées *in vitro* par chauffage pendant une journée à 50°. Le virus de l'Enroulement fait peut être partis de ce groupe. P. L.

BROADBENT (L.), GREGORY (P.H.) et TINSLEY (T.W.). — **Roguing Potato Crops for virus diseases** (L'épuration sanitaire des Pommes de terre, dans la lutte contre les maladies à virus). *Ann. appl. Biol.*, 37, 4, 640-650, 1950.

Des épurations effectuées sur *Majestic* à Rothamsted en 1947 (2 juillet) n'ont pas réduit l'expansion de l'Enroulement mais ont réduit celles du virus Y à 1/5e de la proportion trouvée dans les parcelles non épurées ou épurées seulement le 21 juillet. Sur *Arran-Pilot* les épurations effectuées le 16 juin ou le 2 Juillet ont réduit l'enroulement au 5/6e de la proportuon trouvée dans les parcelles non épurées. Dans les parcelles épurées le 16 Juin la proportion de virus Y était la moitié de celle observée dans les parcelles épurées le 2 Juillet et 1/4 de celle observée des parcelles non épurées. L'arrachage d'*Arran Pilot* à la mi-Août réduit la proportion des maladies à virus d'un 1«3 environ.

D'une manière générale le faible bénéfice obtenu en épurant les pommes de terre dans les districts où la semence était produite en période de guerre en Angleterre fait que celle-ci ne présente pas d'intérêt économique. P. L.

BALD (J.S.) et HUTTON (E.M.). — **Some effects of leaf-roll virus on the development and Growth of the Potato Plant** (Certains effets du virus de l'Enroulement sur le développement et la croissance de la Pomme de terre). *Aust. Journ. of Agric. Research*, vol. 1, Num. 1, 3-17, 1950.

Les auteurs étudient les effets de l'Enroulement sur le développement et la croissance de la Pomme de terre. Chez la variété *Up. to. Date* relativement tolérante les modifications de taille étaient peu apparentes au moment de la levée, mais durant les premiers stades de la végétation le développement et la croissance des tiges se trouvaient ralentis. Chez la variété *Bismark* les pousses semblaient présenter déjà une réduction au moment de la levée.

Au stade tubérisation la variété *Bismark* présentait un raccourcissement des stolons et une avance dans la formation des tubercules, tandis que chez *Up to Date* il n'y avait de changement notable à aucun de ces deux points de vue. La réduction de taille des diverses parties de la plante était plus grande pour les variétés non tolérantes que pour les variétés tolérantes.

Les résultats incomplets obtenus par les auteurs paraissent indiquer que la diminution de productivité n'est pas imputable à une diminution de l'intensité de métabolisme par unité des surfaces foliaires, mais à la réduction de croissance des organes aériens.

Les incidences de ces résultats sur l'orientation que doit prendre la recherche des variétés résistantes à l'enroulement est envisagée. BALD, NORRIS et HELSON 1946, ont déjà montré que la variété non tolérante *Bismark* est en même temps assez résistante. On voit par ailleurs que la variété tolérante *Up to Date* est très sensible. Les auteurs supposent que la non tolérance et la résistance présentent souvent un certain degré de liaison et qu'en tout cas il n'est nullement impossible de les réunir sur une même variété. De plus, avec les variétés non tolérantes l'efficacité des épurations sanitaires est beaucoup plus assurée du fait que les symptômes sont toujours très apparents, tandis que chez les variétés tolérantes telles que *Up to Date* les plantes infectées peuvent présenter un aspect presque normal. Il faut donc rechercher des variétés qui, lorsqu'elles sont infectées, réagissent par des symptômes aussi nets que possible. Cette position se trouve à l'opposé de celle de MULLER (1939) qui, au contraire, recherche la tolérance. P. L.

OSWALD (J.W.). — **A strain of the alfalfa-mosaic virus causing vine and tuber necrosis in potato** (Une souche du virus de la Mosaïque de la Luzerne provoquant des nécroses des fanes et tubercules de Pomme de terre). *Phytopath.*, 40-11, 973-991, 1950.

Cette maladie est caractérisée par une rugosité et des nécroses des feuilles supérieures. Les nervures, pétiolès et tiges présentent des nécroses internes. La nécrose se répand dans toute la plante et atteint les tubercules. Les extrémités en voie de croissance sont tuées et la plante meurt prématurément. Les nécroses du tubercule naissent juste en-dessous du périderme près du stolon et s'étendent ensuite partout. Ces racines ont une consistance liégeuse, sont sèches et brun noir. Les symptômes de deuxième génération sont identiques ou plus graves. La maladie a été observée sur la var. *White Rose*. Les var. *Mohawt*, *Netted gem*, *Pontiac*, *Chippewa*, *Teton* et *Houina* sont sensibles à l'inoculation artificielle et réagissement par des symptômes identiques. Le virus est transmissible mécaniquement et par le *Myzus persicae*.

La maladie apparaît au voisinage de champs de Luzerne. Ce virus, de même que celui du Calico de la Pomme de terre, provoque une mosaïque sur la Luzerne. Le deuxième provoque les mêmes symptômes sur Poivron, *Datura Strammium*, Concombre et Céleri. Par contre, on sait que sur Pomme de terre le virus du Calico ne provoque que des taches jaunes sans nécroses de tubercule. Sur trois espèces de Tabac le virus du « tuber nécrosis » provoque des anneaux, striation sur les feuilles tandis que le virus du Calico produit une mosaïque à taches jaunes avec veinbanding. Les deux virus provoquent des lésions

locales sur *Vigna simensis*. Leurs propriétés physiques sont les mêmes, temp. d'inactivation 55°. Longévité *in vitro* à 16°, 3 ou 4 J.

Les Pommes de terre infectées par le virus du Calico sont prémunies contre celui du tuber nécrosis. Les deux virus ont pu être isolés de Luzerne atteintes de Mosaïque. Le virus étudié est considéré comme une souche de virus de la Mosaïque de la Luzerne.

P. L.

HOLMES (F.O.). — **Indications of a New World origin of Tobacco mosaic virus** (Presomptions en faveur d'une origine du virus de la Mosaïque du Tabac dans le Nouveau-Monde). *Phytopatho.*, XLI, 1, p. 17, 1951.

L'auteur conclut d'une étude des Solanées et spécialement du *g. Nicotiana* que le virus de la Mosaïque du Tabac est probablement originaire du Nouveau-Monde. On y trouve au centre de régions caractérisées par des espèces sensibles des aires plus restreintes caractérisées par des espèces et variétés relativement résistantes. Celles-ci résulteraient d'une sélection naturelle dans les régions primitivement envahies par le virus. P. L.

HULL (R.). — **Virus yellows : need for healthy stecklings**. Brit (La jaunisse de la Betterave : nécessité d'obtenir des planchons sains). *Sug. boot. Rex.*, XVIII, 3, 107-111-118, 1950. R.A.M., XXIX, 12, p. 598.

L'auteur estime que l'importance de la Jaunisse de la betterave a augmenté en Grande-Bretagne depuis 1946. Cette opinion est fondée sur des numérations effectuées dans six régions différentes. D'après une série d'expériences il semble que chaque plante présentant des symptômes perdent chaque semaine 4 à 5 p. cent de sa récolte en sucre. Ce taux étant admis les pertes se montent à 9 p. cent pour les plantes infectées en fin Septembre, et respectivement 31,5-49,5 et 67,5 p. cent pour les plantes infectées en fin Août, fin Juillet et fin Juin. Des calculs effectués sur ces bases en tenant compte du nombre des plantes malades observées dans les champs, permettent d'estimer les pertes de 1946 à 120.000 t, 1947 à 139 000 t, 1948 à 388 000 t et 1949 à 915 000 t. La diminution de teneur en sucre est faible, généralement inférieure à 2 p. cent. L'infection est accompagnée d'une plus grande quantité de substances azotées nuisibles. Les jus sont impurs de sorte qu'on obtient davantage de mélasse et moins de sucre.

Les Betteraves fourragères sont sensibles et subissent une réduction de matière sèche comparable à celle de la Betterave à sucre. La maladie provoque une baisse de rendement importante chez les porte-graines de Betteraves à sucre et de Betteraves fourragères. Une récolte moyenne sur bon limon dans le Lincolnshire produit environ 800 kg par acre alors qu'une récolte saine fournit environ 2 t. Au cours de ces dernières années dans une certaine zone de Lincolnshire étudiée à un point de vue, on n'a pas trouvé de champ de porte-graines contenant moins de 80 p. cent de plantes malades. La culture de planchons dans les localités pauvres en pucerons et éloignées des cultures de betteraves a donné de bons résultats, la récolte en graines l'année suivante ayant été plus que doublée.

Les planchons semés en Juin et Juillet sont plus facilement atteints que ceux semés en Août. Il y a intérêt à avoir des semis denses. Pendant plusieurs années on a obtenu une réduction du taux de jaunisse en semant en avril dans une culture d'Orge où de Lin à graines. Des résultats encourageants ont été obtenus en pulvérisant les planchons avec des insecticides télétoxiques (systémics). Ceci demande à être confirmé. Il n'y a pas de doute que les betteraves fourragères jouent un rôle important pour l'hibernation du virus. Les racines doivent être décapitées au moment de la récolte. P. L.

FAAN (M.C.) et JOHNSON (J.). — **Overwintering of the cucumber-mosaic virus** (Hibernation du virus de la Mosaïque du Concombre). *Phytopatho*, XLI, p. 12, 1951.

Les auteurs ont recherché dans les champs pendant 3 ans les hôtes naturels du virus de la Mosaïque de Concombre, surtout au voisinage des cultures de Concombre et de Tabac et des jardins familiaux. Les inoculations ont été réalisées sur le Tabac. Trente et une espèces comprenant des mauvaises herbes et des plantes ornementales étaient infectées. Parmi celles-ci 16 étaient des hôtes possibles. Sept espèces vivaces déjà signalées ont été confirmées. Neuf autres ont été trouvées, notamment « common motherworth » (?) « flowering spurge » (Euphorbe ?) « white cokle » (?) et Phlox. Les hôtes d'hibernation étaient surtout localisés dans les jardins et villages encore à leur voisinage. A moins que les insectes vecteurs ne franchissent des distances relativement grandes à partir des jardins familiaux, dans les villages, il ne semble pas que les cultures commerciales, dans le Wisconsin, proviennent des plantes vivantes porteuses du virus. P. L.

ROBERTS (D.A.), WILCKINSON (R.E.) et ROSS (A.F.). — **Chenopodium hybridum, a local lesion host for cucum ber mosaic virus** (*Chenopodium hybridum*, hôte réagissant par des lésions locales au virus 1 du Concombre). *Phytopatho.*, XLI, p. 31, 1951.

Toutes les souches isolées ont fourni des lésions locales sur *Chenopodium hybridum* 7 à 10 J après l'inoculation mécanique (avec carborundumm). Cette plante peut être utilisée pour le dosage quantitatif du virus. P. L.

FRY (P.R.). — **Lettuce Mosaic** (La Mosaïque de la Laitue). *New Zeel. Journ. of Agric.*, février 1950.

Cette maladie n'a été observée en Nouvelle-Zélande que depuis 1946. L'incidence de l'infection varie depuis des traces jusqu'à 100 p. cent, la moyenne s'établissant aux environs de 25 p. cent. Il y a transmission par 5 à 15 p. cent des graines prélevées sur des plantes malades, et 2 à 3 p. cent des graines du commerce. Les Seneçons et Chardons peuvent éberger le virus, ces mauvaises herbes sont communes dans les champs de Laitues et servent souvent de supports aux pucerons vecteurs.

Les méthodes de lutte sont envisagées : usage de graines indemnes de virus, élimination des sujets malades au moment de la transplantation, trempage des jeunes plantes dans une solution de Nicotine au moment du repiquage en pleine terre (Sulfate Nicot. 6,2 g, savon 157 g, eau 1 l). Les pulvérisations des Laitues dans les champs ne paraissent pas présenter un intérêt économique. Les épurations sanitaires pratiquées pendant les 4 à 5 premières semaines de végétation sont recommandées. Enfin l'attention est attirée sur l'importance de la destruction des mauvaises herbes, celles-ci pouvant favoriser la multiplication des insectes recteurs ou même pour certaines d'entre elles héberger le virus.

P. L.

CHAUDURI (R.P.). — **Studies on two aphid-transmitted viruses of Leguminous crops** (Etude de deux virus de légumineuses transmis par des Pucerons). *Ann. appl. biol.*, XXXVII, 3, 342-354, 1950.

Le virus de la Mosaïque du Pois a été transmis par *Myzus persicae* Sulz, *Macrosiphum pisi* Kalt, *M. solanifolii* Ash et *Aphis tabae* Scop, mais non par *Hyperomyzus staphyleae* Koch. C'est un virus non persistant. La période efficace de jeûne est de 15 min. Il n'y a aucun intérêt à l'augmenter. De même il n'y a aucun intérêt à augmenter la durée du repas d'inoculation au-delà d'une heure. Les insectes ayant subi un jeûne peuvent rester infectieux 3 h, tandis que ceux qui n'ont pas jeûné perdent leur pouvoir infectieux en 15 min. Les espèces se nourrissant facilement sur les plantes infectées transmettraient moins bien le virus que les autres. Cette constatation, notamment l'incapacité de l'*Hyperomyzus staphylae* à transmettre le virus, de même que la répartition des plantes infectées dans les contaminations en série montrent que le virus n'est pas transmis mécaniquement, comme contaminant des pièces buccales de l'insecte. Les différences avec les virus non persistants typiques tels qu'ils sont décrits par WATSON et ROBERTS sont une réaction plus rapide au jeûne préliminaire, l'absence d'efficacité d'une prolongation de ce jeûne, en fin le maintien du pouvoir infectieux pendant plus d'une heure à une valeur Cte. Le virus est transmissible mécaniquement avec une dilution limite comprise entre le 4 et 10^{-3}. Le pourcentage de plantes contaminées avec un jus non dilué est 73, avec un jus dilué à 10^{-4} il est de 15 et 0 à 10^{-6}. La température d'inactivation est comprise entre 60 et 65°. La durée d'inactivation au laboratoire (entre 17° et 20°4) est comprise entre 72 et 96 h.

Le virus de la Mosaïque enation du Pois persiste plus de 140 h dans l'organisme du *Myzus persicae* et du *Macrosiphum pisi*. Le jeûne préliminaire est sans action sur lui. Aucune contamination ne peut être obtenue tant que l'insecte n'a pas quitté la plante source de virus depuis au moins 4 h. En général cette période de latence dépassait un jour et sa durée semblait indépendante de la durée du repas infectieux.

Les propriétés *in vitro* du virus n'ont pas été étudiées en raison des grandes difficultés d'inoculation mécanique.

P. L.

BERKELY (G.H.). — **Gladiolus viruses** (Virus du Glaïeul). *Phytopath.*, XLI, p. 1, 1951.

Picardie et quelques autres variétés présentant la Mosaïque commune étaient infectées par des souches du virus du Ring-spot du Tabac, et une plante unique de la variété *Mrs Marks Memory* présentant des anneaux clorotiques et des symptômes en forme de lignes était infectée par une combinaison du virus du Ring-spot du Tabac et du virus de la Mosaïque du Tabac. Une variété inconnue était infectée par une souche jaune du virus de la Mosaïque du Concombre.

P. L.

BRIDGMON (G.H.). — **Gladiolus as a virus reservoirs** (Rôle du Glaïeul comme réservoir de virus). *Phytopatho*, XLI, p. 5, 1951.

Dans une étude effectuée aux environs de Madison, dans le Wisconsin, l'auteur a observé que les plantations de Glaïeuls étaient souvent infectées par le Bean virus 2 (souche typique et souche dite « pod distorting »). Il a également isolé le virus du ring-spot du Tabac et le virus 1 du Concombre. Celui-ci a été isolé également à partir du Maïs qui doit être regardé, avec le Glaïeul, comme un hôte nouveau. La relation causale entre ces virus et la panachure des fleurs n'a pas été établie.

P. L.

SWINGLE (R.U.) et BRETZ (T.W.). — **Zonate canker, a virus disease of american elm** (Le « zonate canker » une maladie à virus de l'Orme américain). *Phytopath.*, XL, 11, 1018-1022.

Nouvelle maladie de l'*Ulmus americana*, transmissible par greffage et paraissant imputable à un virus. Cette maladie se caractérise, sur le feuillage, par une mosaïque souvent accompagnée de lésions nécrotiques. Un chancre se développe ensuite, rongeant

la tige jusqu'au cambium et provoquant la mort des parties distales. L'inoculation mécanique sur les feuilles n'a pas donné de résultats. P. L.

BROWN (J.G.). — **Cytological effects on penicillin and streptomycin on crown gall** (Effets cytologiques de la pénicilline et de la streptomycine sur le Crown-gall). *Phytopath.*, 38, p. 3, 1948.

Les cellules vivantes du « Crown Gall », comme la bactérie (*Agrobacterium tumefaciens*), sont tuées par des applications de pénicilline ou de streptomycine sur les tumeurs ; les cellules normales entourant la galle ne sont pas altérées. Une étude cytologique montre les stades progressifs dans la destruction des noyaux des cellules des galles. On observe une augmentation de volume du noyau qui parfois entraîne l'éclatement de la membrane nucléaire, suivie par un rétrécissement et une déformation ; le nucléoplasme ordinairement persiste pendant l'augmentation de volume et dans les stades du rétrécissement.
H. D.

KLINKOWSKI-ASCHERSLEBEN (M.). — **Penicillin and streptomycin under Pflanzentherapie** (La pénicilline et la streptomycine dans la lutte contre les maladies des plantes). *Nachrichtenblatt f.d. Deutschen Pflanzenschutzdiense*, 4 p., 1 fig. Tome II ; Heft 7-8, July-august, 1948.

Pour obtenir de la pénicilline brute, le *P. notatum* est cultivé sur milieu Czapek-Dox. Le filtrat est essayé par la méthode de Heatley (anneau, de 9,5 mm de haut et 5 mm de diam.) sur *Erwinia carnegiana* (gram-) et comparé à l'action sur *S. aureus*. La zone d'inhibition est plus petite sur *S. aureus* que sur *Erwinia*. Essais fait à la température du laboratoire.

Sur *A. tumefaciens*, on a observé l'action de la pénicilline *in vitro*. Sur *Bryophyllum prinnatum*, *A. tumefaciens* provoque des tumeurs rapidement. Des injections de 0,6 U.O. de pénicilline, ou l'application de coton imbibé, provoquent la diminution des tumeurs. La streptomycine a une action plus rapide.

La streptomycine est active sur *Phytomonas pruni*. H. D.

BROWN (J.C.) et BOYLE (Alice M.). — **Application of penicillin to crown gall** (Application de la pénicilline au Crown gall). *Phytopath.*, 35, 521-524, 1945.

Description d'un appareil pour la production de pénicilline brute, à partir de *P. notatum* sur milieu *Czapek. Dox* modifié et jus de grain de blé.

Essais sur des galles produites par *A. tumefaciens* sur *Bryophyllum* par injection hypodermique de 6 U. Oxford de pénicilline dans les galles de jeunes plantes et dans les tiges juste au-dessous des galles dans le cas de plantes âgées. La croissance des jeunes galles fut arrêtée, mais les galles ne furent pas tuées par une seule injection. Les plus grosses galles traitées eurent aussi leur croissance arrêtée juste au-dessus des piqûres d'aiguilles.

Les galles furent alors entourées par du coton trempé dans de la pénicilline brute. Cette méthode d'application retarda la croissance et entraîna le brunissement des petites élévations sur la surface des galles ; d'autre part, il apparut que la pénicilline ne pénétrait pas dans les galles. De nombreuses piqûres furent faites avec une aiguille stérile à travers la toile de coton : il s'ensuivit bientôt la mort de la galle. Le parenchyme devint brun, les cordons vasculaires restèrent colorés et la nécrose interne fut limitée aux tissus de la galle. Cependant quelques dégâts superficiels résultèrent du contact avec le coton enveloppant. La lutte fut simple. Action *in vitro* comparé à celle sur *S. aureus*. H. D.

RUDOLPH (B.A.). — **Attemps to control bacterial blights of pear and walnut with penicillin** (Essais de traitements des flétrissements bactériens du Poirier et du Noyer avec la pénicilline). *Phytopath.*, 9, 717-725, 1946.

In vitro, par la méthode des trous, la pénicilline, en dilution dans l'eau distillée à la dose de 100 U.p. 0,1 ml inhibe la croissance d'*Erwinia amylovora* dans une zone de 25 mm de diam. si l'on regarde au microscope ou de 35 mm si l'on regarde à l'œil nu. A la concentration de 10 U p. 0,1 ml, l'organisme n'est pas touché. *Xanthomonas Juglandis* est plus sensible et fut inhibé par des dilutions de 10 U. p. 0,1 ml dans des zones de 20 à 30 mm de diamètre mais il ne fut pas touché à 1 U. p. 1 ml.

La pénicilline est bactériostatique et aussi bactéricide. *In vivo*, comme moyen de lutte, les résultats furent négatifs. Des poiriers sévèrement infectés par *Erwinia amylovora* reçurent des injections dans le tronc de 500 ml d'une solution de pénicilline contenant plus de 1 000 U. p. ml. Un des arbres reçut 3 injections, à 24 h d'intervalles, avec 500 ml d'une solution de pénicilline contenant 1 408 U. p. ml. De nombreuses cultures faites à partir de lésions des rameaux montrent que la bactérie n'a pas été détruite.

Des noyers reçurent des injections avec 1 l de sol. de pénicilline contenant 200 à 600 U. p. ml sans meilleurs succès.

Pour déterminer la quantité de solution antibiotique adsorbée ou inactivée par le bois, on fit aspirer 20 ml d'une solution contenant 200 000 U par une pousse saine de Poirier âgée de 3 ans, mesurant 80 cm de long, sous vide. Le bois produisit 75 ml de sève avant que la pénicilline eût traversé de bout en bout. Finalement 20 ml d'extrait furent recueillis. Ses propriétés contre *Micrococcus pyogènes* var. *aureus* et *Xanthomonas juglandis* furent très légèrement diminuées, mais par dilution plutôt que par inactivation. Le passage de l'extrait à travers une bougie Chamberland réduit légèrement son activité antibiotique.

La non efficacité de la pénicilline *in vivo* contre *E. amylovora* et *X. Juglandis*, même à de courtes distances du point d'injection dans le bois, est sans doute due en grande partie à la dilution de la substance par la sève. D'autres causes sont discutée par l'auteur.

Le coût actuel prohibitif de la pénicilline rend impraticable l'emploi de solutions concentrées ou de plus grandes quantités de produit et même si d'autres organismes étaient combattus *in vivo*, il faudrait longtemps avant que l'utilisation de la méthode fut économique. H. D.

De Ropp (R.S.). — **Action of streptomycin on plant tumours** (Action de la streptomycine sur les tumeurs de plantes). *Nature, Lond.*, CLXII, 116, 459-460, 1 fig., 1948.

Dans des publications antérieures (Hampton, Brown) sur les effets de la streptomycine sur des tumeurs de plantes causées par *P. tumefaciens*, on a fait état de l'action curative de cette substance sur le Crown gall, la substance pouvant tuer les tissus de la tumeur sans influencer les cellules normales. Pour préciser l'action de cette substance, l'auteur a fait des essais *in vitro* avec dosages et observations précises.

Des cylindres de tissus de carottes stériles de 10 mm de diamètre × 6 mm de haut ont été placés sur milieu minéral gélosé saccharosé. La surface de ces fragments a été couverte avec une suspension de l'organisme virulent du Crown gall. Environ 15×10^8 d'organismes vivants ont été appliqués sur chaque fragment. Après 1, 2, 6 et 8 J, les fragments furent transportés sur un milieu minéral gélosé saccharosé contenant 50 γ par ml de streptomycine, et leur surface fut couverte avec 0,06 ml d'une solution contenant 500 γ par ml de streptomycine. On a comparé à des témoins sans streptomycine.

Là ou la streptomycine fut appliquée 1 ou 2 J après l'inoculation, on obtint une inhibition à peu près complète de la formation de la tumeur. Les tumeurs qui se développèrent furent très petites. L'application de streptomycine 6 J après l'inoculation à un moment où la tumeur avait déjà commencé de grossir à ralenti légèrement la croissance de cette tumeur et a changé son aspect, les tumeurs témoins étant vertes et celles traitées blanches. Il y a une différence entre les tissus des fragments de Carotte sur lesquels la tumeur s'est développée et ceux sur lesquels la tumeur a été inhibée par la streptomycine. H. D.

Dufrenoy (J.), Pratt (R.) et Pickering (V.L.). — **Effect of streptomycin on plant cells** (Effet de la streptomycine sur les cellules des plantes). *Phytopath.*, 39, p. 859, 1949.

Les cellules de lambeaux d'épiderme de plantes variées demeurèrent vivantes et turgescentes et semblèrent normales pendant 2 à 3 J dans des solutions contenant de la streptomycine et du sucre, tandis qu'elles furent rapidement détériorées dans une solution de sucre seul. Les résultats ne peuvent être interprétés comme étant dus simplement à la protection contre la contamination bactérienne. Les mitochondries tendent à s'allonger dans les cellules exposées à la streptomycine. On peut suggérer que (1) la streptomycine n'a pas d'effet adverse sur les dérivés de l'acide désoxyribonucleïque entrant dans la structure nucléaire des cellules des plantes et que (2) elle peut affecter les cellules à chlorophyle en s'unissant avec l'acide ribonucleïque. La streptomycine paraît avoir une valeur potentielle dans les investigations de culture de tissus et en cytochimie, puisqu'elle permet de prolonger la survie des tissus en cultures, en les protégeant en même temps contre de nombreuses bactéries. H. D.

Ark (P.A.). — **Effect of cristalline streptomycin on phytopathogenic bacteria and fungi** (Effet de la streptomycine cristalline sur des bactéries et des champignons phytopathogènes). *Phytopath.*, 37, p. 842, 1947.

La streptomycine (base cristalline) s'est montrée toxique pour 14 espèces de bactéries phytopathogènes Gram + et —. *L'Agrobacterium tumefaciens* à une résistance considérable. *L'Actynomyces scabies* est très sensible à la streptomycine, mais le *Fusarium Solani* f. *cucurbitae*, le *Phytophthora Capsisi* et *l'Ascochyta Pisi* ne furent pas affectées. Des graines de Concombre, Tomate, Orge, Avoine et Tournesol, trempées 24 h dans une sol. de streptomycine à 200 U par ml, ne subirent aucun dégâts et poussèrent normalement après semis en serre. Des graines de Concombre, contaminées artificiellement par le *Pseudomonas lachrymans* et traitées 20' par une sol. de streptomycine à 100 U. par ml, furent débarrassées de l'agent pathogène. Des tranches de pomme de terre et de carotte trempées une nuit dans la streptomycine et inoculées avec *Erwinia carotovora* ne furent pas atteintes de pourriture. Le développement d'*E. carotovora* fut arrêté quand les tranches de pomme de terre et de carotte furent inoculées et traitées avec la streptomycine après des intervalles de 20' à 120'.

Ces résultats montrent la possibilite d'utiliser la streptomycine contre les bactéries phytopathogènes se propageant par les semences. H. D.

Brown (J.G.) et Heep (D.M.). — **Effect of streptomycin on budwood infected with** *Phytomonas pruni* (Effet de la streptomycine sur des bourgeons à bois infectés par *Phytomonas pruni*). *Science*, CIV, 2 696, p. 208, 1946.

A la Station expérimentale d'Agriculture d'Arizona, la streptomycine brute et cristalline, fut utilisée pour éliminer le *Xanthomonas pruni* de jeunes rameaux de Prunier

Des morceaux de branches de 13 à 16 cm de long, portant des lésions de 2,5 cm de long, dont plusieurs entouraient la branche et pénétraient jusqu'au bois, furent placés dans un gobelet en position verticale, la base pénétrant de 4 cm dans la solution de streptomycine, ou en position horizontale complètement submergés. Les godets furent mis dans une chambre soumise à une pression négative et maintenus à une température de 22° à 25°. Les études sont encore en cours, mais il est évident que par l'application de streptomycine brute à une concentration de 6 à 8 U. Oxford, pendant une nuit, dans les conditions décrites, on obtint un bourgeon à bois sain, lequel donna des feuilles saines, tandis que le traitement par l'eau distillée permit une abondante croissance de *Xanthomonas pruni*.
H. D.

Leben (C.) et Keitt (G.W.). — **Laboratory and greenhouse studies of Antimicyn preparations as protectant fongicides** (Etudes au laboratoire et en serre des propriétés fongicides de l'Antymicine). *Phytopathology*, vol. 39, 529-540, 6 fig., 1949.

Une espèce non déterminée de *Streptomyces* donne un antibiotique, l'antimycine extrait par l'éthanol d'un précipité formé en acidifiant la culture. Test : *Glomerella cingulata*.

Méthodes d'essais de la substance :

1° Méthode par pulvérisations préventives, sur le feuillage, en serre, contre *Venturia inaequalis* et *Alternaria Solani* ;

2° Méthode des rondelles de feuilles. Après avoir pulvérisé en serre sur des feuilles de Tomate, Pommier, Orme, etc..., on découpe des rondelles et on met celles-ci en boîte de Pétri ensemencée par une suspension de spores de *Colletotrichum circinans*.

Le diamètre de la zone d'inhibition fut proportionnel à la concentration de la substance ;

3° Méthode de germination sur lame.

Résultats : En serre, le nombre de taches de Tavelure ou d'*Alternaria* fut considérablement réduit. L'activité fut proportionnelle à la concentration. L'action fut la meilleure lorsque le temps entre le traitement et l'inoculation fut le plus court. On a fait des essais pour étudier la stabilité du produit sur les feuilles. On a étudié l'influence de la pluie sur la substance. Le mélange avec certains insecticides garde son activité. La substance n'a pas d'action phytocide.
H. D.

Leben (Curt). — **The determination of antimycin on plant leaves** (Le dosage de l'antimycine sur les feuilles). *Phytopath.*, vol. 39, p. 13, 1949.

L'antymicine, antibiotique étudié pour son pouvoir fongicide, peut être essayé sur les feuilles des plantes par une méthode de diffusion de la gélose. On pulvérise sur les plantes une suspension d'antimycine, on laisse sécher et on coupe au hasard dans la feuille une rondelle de 1,25 cm de diam. Les spores de l'organisme a essayé *Colletotrichum circinans* sont ensemencées en boïtes sur milieu pomme de terre gélose glucose acidifié (*p*H 3,8 — 4,2). Les rondelles sont placées sur la surface de la gélose, le côté traité en-dessous ; on compare à des rondelles de papier buvard contenant différentes concentrations d'antimycine standard. Les boîtes sont mises à 28° pendant 40-48 h et on mesure les zones d'inhibition. Une courbe de la substance standard est tracée (le diam. de la zone d'inhibition est une fonction linéaire droite du log. de la concentration d'antibiotique) et la quantité d'antibiotique sur les roudelles de feuilles est calculée en « Unités feuilles » par interpolation.

Le milieu acidifié prévient l'oblitération des zones d'inhibition par une rapide croissance des bactéries des rondelles de feuilles ; on a seulement occasionnellement une croissance de champignons venant des rondelles. Les dépôts avant et après lavage, d'antimycine ont été étudiées par cette méthode. Les feuilles de Pommier, Orme, Tomate, Pois chiches et *Lonicera tatarica* ont été utilisées.
H. D.

Goodman (J.J.) et Henry (A.W.). — **Action of subtilin in reducing infection by a seed borne pathogen** (Action de la subtiline sur l'infection par des agents pathogènes venant des semences). *Science*, CV, 2 725, 320-321, 1947.

Pour étudier l'action de la subtiline, substance antibiotique produite par *Bacillus subtilis*, sur *Xanthomonas translucens* et sur la maladie que détermine cette bactérie sur l'Orge, les auteurs ont inoculé les semences d'Orge avec l'agent pathogène, puis ils ont traité avec des solutions de subtiline à différentes concentrations. Les essais de germination ont montré que *X. translucens*, traité par la subtiline à 1 p. mille, fut largement inactivé puisque seulement 0,8 p. cent de plantules furent infectées en sol stérilisé et 0 p. cent en sol non stérile, tandis qu'une solution à 1 p. 5 000 a donné respectivement 41,9 p. cent et 25,4 p. cent d'infection. La subtiline a aussi réduit l'infection quand elle fut appliquée 4 à 5 jours après l'inoculation de la graine.
H. D.

Cooper (W.E.) et Chilton (S.J.P.). — **Antibiosis of Actinomyces strains to** *Pythium arrhenomanes*, *P. ultimum*, **and** *Rhizoctonia Solani* (Action antagoniste de races d'Actinomyces sur *Pythium arrhenomanes*, *P. ultimum* et *Rhizoctonia Solani*). *Phytopath.*, vol. 39, p. 5, 1949.

2 452 cultures d'Actinomycets isolés de 42 sols de Louisiane furent essayés au

point de vue antagonisme sur gélose de Czapek sur *Pythium arrhenomanes*, *P. ultimum* et *Rhizoctonia Solani*. Il y eût 734 souches, soit 30 p. cent, actives sur une ou plusieurs des 3 espèces. De celles-ci, 588 furent antagonistes de *P. arrhenomanes*, 335 de *P. ultimum*, 345 de *R. Solani*.

Plusieurs cultures montrèrent un plus haut pouvoir antibiotique sur *P. arrhenomanes* que pour les deux autres espèces. Des cultures d'Actinomycètes antagonistes d'un des trois champignons, certains furent actifs sur les trois, d'autres seulement sur deux.

Au moins trois et probablement plus de substances antibiotiques furent produites par les cultures d'Actinomycètes essayés. L'activité antibiotique sur une espèce n'indique pas l'activité pour les 2 autres. Aucune corrélation n'a été observée entre le type de sol et la présence de souches antagonistes à *P. ultimum* et *R. solani*. H. D.

ARNSTEIN (H.R.V.), COOK (A.H.) et LACEY (M.S.). — **The inhibition of Fusarium oxysporum var.** *cubense* **by musarin an antibiotic produced by Meredith's actinomycete** (L'inhibition du *Fusarium oxysporum* var. *cubense* par la musarine un antibiotique produit par l'Actinomycète de Meredith). *J. Gen. Microbiol.*, 2, p. 111, 1948.

On a isolé une substance antibiotique, la musarine, du liquide de culture de l'Actinomycète de Meredith. Il s'agit d'un acide optiquement actif, de poids moléculaire élevé (4 000), dont la formule brute serait $C_{35}H_{60}O_{14}N_2$ qui ne possède ni la structure d'une protéine, ni celle d'un polysaccharide. Cette substance antibiotique est une des plus actives sur les champignons et en particulier sur *Verticillium Dahliae*, *V. albo-atrum* et *Botrytis cinerea*. On pourrait l'utiliser pour combattre la maladie de Panama du Bananier et d'autres maladies causées par des champignons. Elle est moins active sur les bactéries que la streptomycine et la streptothricine. H. D.

MEREDITH (C.H.). — **Soil actinomycetes applied to banana plants in the field** (Actinomycètes du sol appliqués au Bananier dans le champ). *Phytopath.*, XXXVI, 12, 983-987, 1946.

Des différences significatives dans la croissance des Bananiers furent obtenues entre les lots traités avec des Actinomycètes antagonistes du *Fusarium oxysporum var. cubense* et d'autres non traités. Le traitement avec des Actinomycètes moyennement antagonistes et faiblement antagonistes des sols à Bananiers a donné de meilleurs résultats que le traitement par des Actinomycètes fortement antagonistes venant d'autres sols. H. D.

SZKOLNIK (M.). — **Antagonistic activity of a species of Actinomyces against** *Cerastostomella ulmi* **in vitro** (Activité antagoniste d'une espèce d'Actinomyces contre le *Ceratostomella Ulmi* in vitro). *Phytopath.*, 38, 85-87, 1948.

WAKSMAN et BUGIE ont signalé en 1943 que l'actinomycine et la clavacine ont, au laboratoire, une haute activité sur le *Cerastostomella Ulmi*. L'auteur a étudié *in vitro* l'action d'un Actinomyces différent de l'*A. antibioticus*, producteur de l'actynomycine, sur une souche de *Ceratostomella* des plus virulentes. Les deux organismes furent ensemencés soit en même temps, soit avec décalage. Le champignon a été inhibé près de l'Actinomycète. L'activité antagoniste de l'Actinomycète est entièrement indépendante du pigment produit par l'organisme. H. D.

COOPER (V.E.) et CHILTON (S.J.P.). — **Occurence of Actinomyces antibiotic to Pythium in some sugar cane soils of Louisiana** (Présence d'Actinomycètes antagonistes du Pythium dans des sols à Canne à sucre de la Louisiane). *Phytopath.*, 37, p. 5, 1947.

Dans les études sur la pourriture causée par le *Pythium* sur Canne à sucre en Louisiane, on a noté, en 1946, la présence d'Actinomycètes antagonistes dans les sols où l'on cultive la Canne à sucre. Sur 3.788 cultures essayées en boîte de Pétri sur une souche de Pythium, 896 soit 23,6 p. cent montrèrent une action antibiotique. De celles-ci, 305 inhibèrent le Pythium à 1-5 mm, 301 à 6-10 mm, 140 à 11-15 mm, 90 à 16 mm ou plus et seulement 10 montrèrent une inhibition à 35 mm ou plus.

Il y a une augmentation progressive des populations d'Actinomycètes dans le sol, de mars à août ; mais le pourcentage de souches antagonistes diminue. Ce pourcentage et la moyenne de l'activité antibiotique fut plus faible dans les sols lourds que dans les sols légers. H. D.

LOCHHEAD (A.G.) et LANDERKIN (G.B.). — **Aspects of antagonisms between microorganisms in soil** (Aspects d'antagonismes entre microorganismes dans le sol). *Plant and Soil.*, vol. 1, n° 3, p. 271, janvier 1949.

Essais de l'interaction de 90 souches d'Actinomycètes isolées par une méthode non sélective de la rhizosphère d'un sol infecté par l'organisme qui cause la Gale commune de la Pomme de terre et qui a été favorablement modifié par des amendements organiques. Onze souches se montrèrent antagonistes du *Streptomyces scabies*. H. D.

DE ROPP (R.S.). — **The action of antibacterial substances on the growth of Phytomonas tumefaciens and of** *Crown gall* **tumor tissues** (Action de substance anti-

bactérienne sur la croissance du *Phytomonas tumefaciens* et sur les tumeurs de *Crown gall* des tissus. *Phytopath.*, 39, 822-828, 1949.

Six souches de *Phytomonas tumefaciens* furent cultivées en bouillon de culture en présence de : pénicilline G., streptomycine, streptothrycine, chloromycétine, patuline, auréomycine, acide aspergillique et tollu-p-quinone. Les concentrations de ces substances nécessaires pour inhiber le *Ph. tumefaciens* varièrent grandement avec les différentes souches. L'auréomycine, la chloromycétine, la streptomicine et la streptothrycine montrèrent le plus haut degré d'activité.

Des tissus normaux et des tissus de tumeur libres de bactéries, d'*Heliantus annuus* et de *Vinca rosea*, furent cultivés *in vitro* sur gélose contenant différentes concentrations de pénicilline commerciale, de pénicilline G et de streptomycine. A une concentration de 500 γ par ml les 2 préparations de pénicilline ont une action inhibitrice sur la croissance du tissu de la tumeur. La croissance de tissu normal fut stimulée par ces préparations, surtout la production de racines, effet probablement due à des traces d'acide indolacétique. La streptomycine inhiba la croissance des tissus de tumeur plus activement que ne le fit la pénicilline, elle fut efficace à une concentration de 50 γ par ml.

Des tranches stériles de tissus de carotte furent inoculées par le *Ph. tumefaciens* et traitées 1 jour plus tard avec la pénicilline G ou la streptomycine. La formation de tumeur fut inhibée à distance par ces deux substances, la streptomycine étant plus efficace que la pénicilline. Lorsque les tumeurs étaient formées, il n'y eût pas d'action régressive par la streptomycine mais la croissance fut retardée. Il apparaît que l'effet de la streptomycine résulte de l'action sur la bactérie plutôt que de l'action sur les cellules des tumeurs.

Quand un tissu tumoral de Tournesol libre de bactéries fut cultivé sur gélose saccharosée contenant 50 γ par ml de streptomycine, la croissance fut seulement de 65 p. cent de celle d'un tissu sur gélose sans streptomycine. On a aussi trouvé que 50 γ par ml de streptomycine inhibèrent complètement la croissance de racines sur des fragments de tige de Tournesol traités avec l'acide indolacétique quoique ils n'empêchèrent pas leur début de formation. Il semble probable que la streptomycine est un inhibiteur général de la croissance des tissus embryonnaires des plantes plutôt qu'un inhibiteur spécifique des tissus de tumeurs. Ses effets inhibiteurs sur la formation des tumeurs sont probablement dus à son action sur la bactérie. H. D.

COOPER (W.E.) et CHILTON (S.J.P.). — **Antibiosis and sugar cane root rot** (Antagonisme et pourriture des racines de Canne à sucre). *Phytopath.*, 38, 1, p. 6, 1948.

6 500 souches d'Actinomyces furent isolées des sols de culture de la Canne à sucre en Louisiane. Elles furent essayées contre *Pythium arrhenomanes*. Les 4 types principaux de sols montrèrent des différences importantes dans le nombre des Actinomycètes antagonistes. Les sols à argile-limon d'Yahola ont le plus grand nombre, puis viennent ceux de Yazoo, tandis que ceux de Sharkey ont le plus faible nombre. Des essais pendant 5 ans avec Canne à sucre sur des sols variés ont donné des rendements en corrélation avec le nombre d'Actinomycètes antagonistes. En serre, en sols stériles, certains Actinomycètes se développent et diminuent la pourriture des racines du Maïs. D'autres souches ne se développent pas dans le sol. H. D.

WOLF (F.T.) et WOLF (F.A.). — **A toxic metabolic product of** *Fusarium oxysporum* var. *nicotianae* **in relation to a wilting of tobacco plant** (Un métabolite toxique produit par le *Fusarium oxysporum* var. *nicotianae* en relation avec un flétrissement du Tabac). *Phytopath.*, 38, 4, 292-297, 1948.

Le *Fusarium oxysporum* var. *nicotianae* cultivé sur solution de Richard modifiée produit des substances qui causent des flétrissements et d'autres symptômes de toxicité sur le Tabac. Le filtrat de culture et le mycelium du champignon ont ces propriétés toxiques. La composition chimique du principe toxique est mal connue. La toxine est thermostable et non volatile, insoluble dans l'éther ou l'acétone, partiellement soluble dans l'alcool méthylique et l'alcool éthylique ; ce n'est pas un nitrite, ni un sel d'ammonium, ni un aldéhyde, ni une cétone, ni une amine, ni une protéine, ni la lycomarasmine. Il y a plusieurs facteurs toxiques, l'un concerne principalement le flétrissement, l'autre la nécrose. H. D.

GROSSBARD (E.). — **Plant diseases.** 4. **The control of plant diseases by microbial antagonism** (Maladies des plantes. 4. La lutte contre les maladies des plantes par des antagonistes microbiens). *Rep. Exp. Res. Sta. Cheshunt*, 29-39, 1948.

L'auteur montre que le *P. patulum* produit un antibiotique (clavatine) en sol stérilisé, quand on ajoute de la paille de Blé. L'extrait liquide du milieu inhibe complètement *Erwinia phytophthora*, *Bacillus mycoïdes*, *Phytophthora parasitica*, *Phytoph. cryptogea* et *Corynebact. fascians* en essais de dilution en série : Le pouvoir inhibiteur est grandement augmenté quand on ajoute du glucose. La pulpe de betterave à sucre mélangé avec de la mélasse est un milieu très satisfaisant pour la production d'antibiotique par *P. patulum* ; elle est équivalente au glucose et peut le remplacer.

L'activité antibiotique a persisté pendant 4 mois dans les cultures de paille de Blé et pendant plus de 7 mois dans les cultures paille de Blé + glucose.

Des terrines renfermant du sol stérilisé ont été inoculées avec une culture de *P. patulum* sur milieu avoine sable ou paille de Blé et on a pulvérisé à intervalles réguliers une

solution de glucose ou de l'eau. Après 14 jours d'incubation dans la serre, une culture de *Phytoph. parasitica* a été uniformément mélangée dans tout ou dans une partie du sol. Après 3 semaines d'incubation 150 graines de Tomate par terrines ont été semées. Les résultats ont montré que là ou les boîtes ont été inoculées avec *P. parasitica* la quantité de levée de plantules fut plus grande en présence de *P. patulum* et la fonte de semis fut légèrement réduite, avec une exception. La virulence de la fonte de semis fut moindre dans le sol paille glucose que dans le milieu avec paille sans glucose. H. D.

WHIFFEN (A.J.). — **The activity in vitro of cycloheximide (actidione) against fungi pathogenic to plants** (L'activité *in vitro* de la cycloheximide (actidione) contre les champignons pathogènes des plantes). *Mycologia*, XLII, n° 2, 253-258, 1950.

I. FELBER et C. HAMNER ont montré que l'actidione était active sur l'Oïdium du Haricot *(Erysiphe polygoni)* à la concentration de 5 à 10 parties pour 1 million. L'actidione est maintenant appelée « Cycloheximide = β 2 — (3,5 - dimethyl-2-oxocyclohexyl)-2-hydroxyethyl]-glutarimide. WHIFFEN (1948) a montré qu'elle était aussi active contre des champignons filamenteux agents de maladies des animaux.

Cet article donne le spectre antibiotique *in vitro* de la cycloheximide sur 29 espèces de champignons pathogènes des plantes. La croissance de toutes les espèces a été inhibée après 48 h d'incubation par une concentration en cycloheximide de 40 microgrammes ou moins. H. D.

FORD (J.H.) et LEACH (B.E.). — **Actidione, an antibiotic from** *Streptomyces griseus* (L'actidione, une substance antibiotique produite par le *Streptomyces griseus*). *J. Ann. Chem. Soc.*, 70, 1223-1225, 1948.

L'actidione, produite par certaines souches de *Streptomyces griseus* traitées aux rayons X, est active contre les levures, mais à peu près inactive sur les bactéries. Sa formule brute est vraisemblablement $C^{15}H^{23}NO^{4}$. Cette substance est soluble dans l'acétone et le chloroforme ; on la précipite par l'acétate d'amyle. Sa toxicité sur les animaux est relativement élevée. H. D.

WALLEN (V.R.), SUTTON (M.D.) et SKOLKO (A.J.). — **The effect of actidione on the growth of certain pathogenic fungi and on the germination of pea seed** (L'effet de l'actidione sur la croissance de certains champignons pathogènes et sur la germination des semences de Pois). *Phytopath.*, 40, 156-160, 1950.

Par la méthode des stries sur milieu gélosé l'actidione a complètement inhibé *l'Ascochyta Pisi* et le *Colletotrichum Lindemuthianum* à la concentration de 1 pour un million, le *Fusarium poae* à la concentration de 10 pour un million, l'*Alternaria brassicicola* à 50 pour 1 million tandis qu'à cette dernière concentration la croissance du *Chaetomium globosum*, de l'*Helminthosporium sativum* et du *Botrytis cinerea* a été fortement retardée. La germination des spores de l'*Alternaria brassicicola* et de l'*Helminthosporium sativum* a été considérablement réduite dans une solution à 15 pour un million. Les auteurs n'ont pas obtenu de bons résultats dans la désinfection interne des graines de Pois contre *l'Ascochyta Pisi* par trempage pendant 24 h dans une solution d'actidione, même à la concentration de 225 pour un million. La faculté germinative est réduite lorsqu'on augmente la concentration. Les graines de Pois ne germent pas sur du papier filtre imbibé par une solution d'actidione à 10 pour un million. H. D.

WAKSMAN (S.A.) et BUGIE (Elisabeth). — **Action of antibiotic substances upon** *Ceratostomella ulmi* (Action de substances antibiotiques sur le *Ceratostomella Ulmi*). *Proc. Soc. Exp. Biol.*, N. Y., LIV, 1, 79-82, 1943.

Les études de l'action fongistatique et fongicide de substances antibiotiques variées sur le *Ceratostomella Ulmi*, ont montré que l'actinomycine et la clavacine sont fortement inhibitrice, la pénicilline et la streptothricine sans effet, la fumiganine, l'hemipyocyanine et la gliotoxine intermédiaires. Les activités antifongiques de la clavacine et plus spécialement de l'actinomycine, la plus faible des deux, seraient partiellement supprimées par l'addition au milieu de certains éléments nutritifs, notablement peptonés. H. D.

LEBEN (C.) et KEITT (G.W.). — **The effect of an antibiotic substance on apple leaf infection by** *Venturia inaequalis* (L'effet d'une substance antibiotique sur l'infection des feuilles de Pommier par *Venturia inaequalis*). *Phytopath.*, 37, p. 14, 1947.

Un *Streptomyces*, se montra antagoniste, sur milieu gélosé, de 29 champignons phytopathogènes, et non antagoniste de plusieurs bactéries y compris celles communément utilisées pour les essais d'antibiotiques et certaines phytopathogènes. Pour la production de la substance, l'organisme fut cultivé sur milieu à base de blé glucose. Extraction par l'éthanol du précipité formé quand la culture filtrée fut additionnée avec HCl, à *p*H 2,5. Inhibition du *Venturia inaequalis* à 1 : 8 000 000, du *Sclerotinia fructicola* à 1 : 11 000 000. Il n'y eu pas de pertes de l'activité des solutions dans l'éthanol après 11 mois de conservation à 8°. La substance active est précipitée des solutions dans l'éthanol par addition d'eau. Dans 3 essais en serre, l'infection fut prévenue ou grandement réduite, sur les feuilles de Pommier, par une seule pulvérisation d'une solution dans l'éthanol de la matière active, 4 h ou 4 J avant l'inoculation avec le *Venturia inaequalis*. H. D.

CROWDY (S.H.). — **Aryloxyaliphatic acids as systemic fungicides** (Acides aryloxyaliphatiques fongicides « Systémiques »). *Nature*, vol. 165, p. 937, 10 juin 1950.

On appelle fongicide « Systémique » un produit capable de pénétrer et de se répartir dans les tissus de la plante hôte, rendant ces derniers impropres au développement du parasite.

L'auteur a étudié l'action d'acides aryloxyaliphatiques sur de jeunes plantules de Fèves par injection et par pulvérisation, pour lutter contre le *Botrytis cinerea*. L'acide 2-4-6 trichlorophénoxyacétique a réduit l'importance des attaques du parasite d'environ 36 p. cent. Dans des essais préliminaires, l'acide pentachlorophenoxyacétique, l'acide pentachlorophenoxy isobutyrique et l'α 2 naphtoxyphénylacétique ont permis une réduction significative de la maladie sans causer eux-mêmes de dégâts à la plante hôte. L'acide 2-4-5 trichlorophenoxy isobutyrique a eu une action sur le parasite lorsqu'il fut injecté dans la tige, mais par immersion des racines il détermina des brûlures graves. L'acide β-2-4 dichlorophénoxy propionique n'a pas donné les résultats que laissaient espérer les essais de laboratoire, il est possible que ce composé soit rapidement détruit par β-oxydation du phénol correspondant. H. D.

FELBERT (I.M.) et HAMNER (C.L.). — **Control of mildew on bean plants by means of an antibiotic** (Lutte contre l'Oïdium du Haricot au moyen d'un antibiotique). *The Bot. Gaz.*, 110, n° 2, 324-325, 1948.

Une solution aqueuse d'un antibiotique, l'actidione, à la concentration de 10 p. mille a été pulvérisée sur des plantules de Haricot attaqués par l'Oïdium (*Erysiphe polygoni*). 48 h après le traitement les plantes étaient guéries. Par contre le traitement habituel au soufre n'a pas eu d'efficacité contre la maladie. Pour trouver la concentration efficace la plus basse, on a essayé des solutions à : 10, 7 1/2, 5, 2 1/2 et 1 pour un million. Comme agent de suspension le méthylcellulose a été le meilleur. Cet agent pulvérisé seul sans actidione, à titre préventif ou curatif, ne montre aucune action sur la maladie. La formule la plus satisfaisante semble être une dispersion aqueuse de 0,25 p. cent de méthylcellulose additionnée de 5 pour un million d'actidione. Comme moyen prophylactique, il est recommandé d'appliquer l'actidione lorsque les plantules de Haricot ont 10 à 12 J et de répéter le traitement tous les 6 à 10 J. L'actidione à la concentration de 10 pour un million ou moins n'a aucun effet sur la croissance des plantules de Haricot. Les auteurs suggèrent la possibilité d'utiliser les substances antibiotiques sur une plus grande échelle pour combattre les maladies des plantes d'origine fongique. H. D.

THALMANN (Liliana). — **Formazione di aschi nei periteci di Erysiphe graminis in vitro, in presenza di vitamine, fitormoni ed estratti vegetali** (La formation d'asques et de périthèces d'*Erysiphe graminis in vitro* en présence de vitamine. Phytohormones et extraits de plantes). *Notiz. Malatt. Piante*, 8, 8-9, 1950.

Si l'on place des fragments de feuille de Blé porteurs de périthèces d'*Erysiphe graminis* à différentes conditions et à des températures variées, seulement au début de la formation des asques leur développement n'est pas influencé par les conditions extérieures.

Si les feuilles de Blé, ou d'autres graminées sont placées dans une solution d'Hortomone A (Roche), d'acide naphtalène acétique et de vitamine B_1, B_2 et P.P. à des concentrations variables, la formation des asques est rapide et constante quoique les spores ne se forment pas. P.J.Q.

Miss SAROJINI (T.S.) et Miss YOGESWARI (L.). — **Aeration affecting growth and sporulation of some soil Fusaria in liquid culture** (Influence de l'aération sur le développement et la sporulation en milieu liquide de quelques *Fusarium* du sol). *Proceeding of the Indian Academy of Sciences*, vol. 26, 69-76, 6 fig., 1946.

Les auteurs ont étudié en détail l'action de l'aération avec de l'air stérile sur le développement et la sporulation de trois champignons du sol : *Fusarium vasinfectum*, *F. moniliforme* et *F. udum*. La sporulation de ces trois espèces est optimum à une concentration de 0,2 p. cent d'azote nitrique dans les milieux liquides standards de *Horne* et *Mitter* (milieu minéral synthétique glucosé). L'aération stimule le développement mycelien et augmente à la fois le poids sec et des cendres, mais inhibe la sporulation (détermination numérique). La sporulation est inversement proportionnelle à l'aération. Le *p*H du milieu ne se trouve pas directement modifié par l'aération. P.J.Q.

SNYDER (W.C.), HANSEN (H.N.) et WILHELM (S.). — **New host of Verticillium albo atrum** (De nouveaux hôtes du *Verticillium albo-atrum*). *Plant Dis. Reptr.*, 34, 1' 26-27, 1950 ; in *Rev. Appl. Mycol.*, 29, p. 448, 1950.

Les auteurs ont isolé le *Verticillium albo atrum*, pour la première fois semble-t-il' de Choux, Choux de Bruxelles, Radis, Bruyère, Gerbera, Pistachier. De nouveaux hôtes signalés pour les Etats-Unis sont l'Olivier, la Morelle noire et une Ronce cultivée (*Rubus alleghenicnsis*). Les inoculations effectuées ont montré que les souches isolées à partir de Choux et de Radis sont infectieuses par inoculation croisée. Les souches isolées de Choux, Choux de Bruxelles, Giroflée, Radis et Morelle noire ne sont pas virulentes sur la Tomate après essais d'inoculation en serre en plongeant les racines lavées dans une suspension de spores. Les souches isolées d'Olivier et de Rubus ont provoqué un flétrissement grave de la Tomate. P.J.Q.

ZOOLOGIE AGRICOLE

KRAMER (V.). — **Ernährungs biologische Beobachtungen an den Horsten des Sperbers** (*Accipiter nisus nisus* L.) **in der südlichen Oberlausitz von** 1944-1948 (Observations sur le régime alimentaire de l'Epervier (*Accipiter n. nisus* L.) faites sur son aire dans l'Oberlausitz méridional de 1944 à 1948). *Die Vogelwelt*, 71 A, nº 6, 183-189, 1950.

L'auteur qui étudie le sujet depuis 30 ans, rapporte ses dernières observations. Sur 7042 proies : 6819 étaient des oiseaux et 223 de petits mammifères représentant en tout 62 espèces. Il pense que malgré ce régime alimentaire maléfique, l'Epervier n'est pas à détruire systématiquement. J.G.

MORBACH (J.). — **Von der Kohlmeise**. *Parus major major* L. (Au sujet de la Mésange charbonnière (*Parus major major* L.). *Bull. ligue Luxembourg. pour Protect. Oiseaux*, 31 A., nº 24, janvier-février, 394-400, 1951.

L'auteur donne le résumé statistique de 286 pontes de Mésange charbonnière effectuées dans des nichoirs artificiels ainsi que celui des résultats du bagage de 1239 individus. Il conclut notamment à un sédentarisme très marqué ainsi qu'à une ségrégation complète de la population luxembourgeoise de cette espèce. Il souligne que le baguage n'est pas sans provoquer parfois des perturbations parmi les couvées. J. G.

ARMOUR (C.J.) et BARNET (S.A.). — **The action of dicoumarol on laboratory and wild rats and its effect on feeding behaviour** (Action du dicoumarol sur les Rats en laboratoire et à l'état sauvage et son effet sur leur comportement alimentaire). *The Journal of Hygiene*, vol. 48, nº 2, 158-170, 1950.

Les auteurs ont étudié les possibilités d'emploi d'un anticoagulant, le dicoumarol, pour la réalisation d'un empoisonnement chronique des Rats. En nature, utilisant des appâts à 0,13 p. cent de dicoumarol, ils ont procédé à 8 essais qui leur ont donné des taux de destruction allant de 9-18 p. cent à 93-94 p. cent. Les essais effectués en laboratoire ont été faits sur Surmulot et leur ont permis d'analyser les réactions de ce Rat à l'égard de ce poison. En raison d'une acceptation imparfaite du toxique et d'une réaction de répulsion qui se manifeste chez les Rats en ayant déjà consommé, le dicoumarol ne semble pas pouvoir être utilisé avec une efficacité régulière pour la réalisation d'un empoisonnement chronique mais les résultats obtenus sont suffisamment encourageants pour que le principe même d'une telle méthode de lutte ne soit pas rejeté. J. G.

DOTY (R.E.). — **Rat-trapping Record Show effectiveness of control Methods** (Le piégeage montre l'efficacité des méthodes de lutte contre les Rats). *The Hawaiian Planters Recrod*, vol. 48, nº 2, 73-82, 1944.

L'expérience a été menée sur une plantation de canne à sucre de plus de 7 ha. D'avril à août 1938, 100 pièges furent placés chaque jour sur ce terrain. La moyenne des captures a été de 6,8 rats par jour et 100 pièges. De 1939 à 1943 inclus, on procéda à une destruction systématique des Rats par la méthode des appâts empoisonnés avec appâtage préalable. Le même test a été appliqué. Le nombre de Rats capturés est tombé progressivement à 1,48 en 1941, 1,41 en 1942 et 1,55 en 1943, tandis que les dégâts sur canne à sucre étaient arrêtés. L'étude de la réinfestation de la plantation à partir de l'extérieur a pu être faite en même temps. J. G.

DOTY (R.E.) et WISHER (C.A.). — **Controlling Molding of Rolled Oats Rat bait with chemicals** (L'inhibition des moisissures par les agents chimiques dans les appâts à Rats à base d'avoine aplatie). *The Hawaiian Planters Racord*, 65-73, 1949.

Les auteurs ont recherché parmi 20 fongicides une substance capable d'empêcher les appâts à base d'avoine aplatie d'être envahis par les moisissures et susceptibles d'être à la dose d'emploi efficace bien acceptés des Rats. Les essais ont été conduits en laboratoire et en nature suivant la méthode décrite. Leur choix s'est fixé sur le para nitrophénol qui à la dose de 0,5 p. cent empêche le développement des moisissures et n'entraîne aucune diminution de la consommation de la part des Rats. J. G.

KALELA (O.). — **Hillerin livinneisyyden Muutoksista Suomessa** (Variation de la répartition géographique du putois en Finlande). *Suomen Riista*, II, 77-96, 1948 (Sommaire en anglais).

KALELA (O.). — **Metsâkauriin Esiintymisestâ Suomessa ja sen Levinneisyyden Muutoksista Lahialueilla** (Apparition du Chevreuil en Finlande et variation de sa distribution dans les pays voisins). *Suomen Riista*, 3, 34-56, 1948 (Sommaire en anglais).

KALELA (O.). — **Changes in Geographic ranges in the Avifauna of Northern and central Europe in relation to recent changes in Climate** (Variation de l'ère géographique d'Oiseaux du Nord et du Centre de l'Europe en relation avec les récents changements climatiques). *Bird Banding*, vol. 20, nº 2, 77-103, 1949.

KALELA (O.). — **Zur säkularen Rhythmik der areal veränderungen europaischer Vögel und säugetiere, mit Besonderer berücksichtigung der uberwinterungsverhältnisse als Kausalfaktor** (Un rythme séculaire dans les variations de distribution géographique de quelques oiseaux et mammifères d'Europe et sa relation avec les conditions climatiques hivernales). *Ornis Fennicd*, XXVII, nº 1, 1-30, 1950 (Sommaire en anglais).

Etudiant des données remontant à au moins un siècle et se basant sur ses observations durant ces dernières années, l'Auteur pense que l'action de l'homme n'est pas intervenue dans les variations observées dans la répartition d'une trentaine d'espèces d'Oiseaux et de Mammifères qu'il a étudiés. Il pense que les facteurs climatiques et notamment ceux qui conditionnent la rigueur des hivers ont eu une action déterminante. J. G.

KALELA (O.). — **Uber Fjeldlemming-invasionen und Andere irregulare tierwanderungen mit einer übersicht der Kleinnagergradationen in Finnisch-Lappland** 1900-1948 (Les invasions de Lemmings et autres migrations animales irrégulières, avec un résumé des pullulations de petits Rongeurs en Laponie finnoise de 1900 à 1948). *Ann. Zool. Soc. Zool. Coton Fennica « Vanamo »*, 13, nº 5, 90 p., 1950.

L'auteur résume tout d'abord l'enquête effectuée par le Museum d'Helsinki sur les pullulations de Lemmings et autres petits Rongeurs de 1900 à 1948. Il en déduit que les années à pullulation reviennent à peu près régulièrement avec une période de 3 à 5 années (3,8 en moyenne).

Puis l'Auteur étudie l'interprétation qu'il convient de donner aux migrations effectuées périodiquement sur les Lemmings ou irrégulièrement par d'autres espèces. Il montre que contrairement à l'opinion admise ces migrations peuvent servir à l'expension de l'espèce si elles se font vers des régions écologiquement favorables et il rapprocherait ce phénomène de celui du nomadisme. L'augmentation rapide des populations et la raréfaction de la nourriture seraient à l'origine de ces mouvements et les phénomènes de panique souvent décrits se produisent particulièrement lorsque la troupe atteint des régions qui ne lui sont pas écologiquement favorables.

Ces grandes migrations irrégulières pourraient avoir joué un rôle dans le développement des migrations saisonnières régulières. J. G.

WODZICKI (J.A.). — **Introduced Mammals of New-Zealand** (Les Mammifères introduits en Nouvelle-Zélande). *Department of Scientific and Industrial Research, Bull.*, nº 98, 255 p., 51 fig., Wellington 1950.

53 espèces de Mammifères ont été introduits pour des raisons diverses en Nouvelle-Zélande. Certaines comme le Lapin se sont montrées particulièrement nuisibles à l'agriculture malgré une certaine contre-partie fournie par le commerce des peaux et carcasses. Pour chaque espèce l'auteur rappelle l'histoire de son introduction, indique sa répartition, son intérêt économique et les mesures de contrôle qu'il convient éventuellement de lui appliquer. Nous noterons que l'auteur a jugé les faits en écologiste et que cette étude a par suite un intérêt tout particulier et une portée très générale. J. G.

STICKEL (L.F.). — **Field Studies of a *Peromyscus* population in a area treated with D.D.T.** (Etude en nature d'une population de *Peromyscus* sur une surface traitée au D.D.T.), *The Journal of Wildlige Management*, vol. 10, nº 3, 216-218, 1946.

L'étude des populations de *Peromyscus leucopus* a été faite à l'aide du piégeage et du marquage sur deux surfaces boisées comparables, l'une non traitée, l'autre traitée avec une émulsion huileuse de D.D.T. à la dose de 2 livres de D.D.T. à l'acre soit 2,45 kg à l'ha. Aucun changement significatif n'est apparu. Les qualités de D.D.T. retrouvées dans le sous-bois variaient de 0,06 à 0,009 kg à l'ha. J. G.

HEIN (L.), KRIEGER (C.H.) et LALICH (J.J.). — **Chronic toxicity study on a hen with W.A.R.F.** 42 (Etude de la toxicité chronique du W.A.R.F. 42 sur une poule). *Document polycopié recu* de S.B. PENICK et Cy, 3 p., 1950.

Une poule Leghorn a reçu pendant 20 J comme eau de boisson une solution à 125 mg du sel de sodium du W.A.R.F. 42 par litre, puis pendant les jours suivants jusqu'à une durée totale de l'expérience de 14 mois, une solution du même sel à 75 mg par litre. La poule a ainsi consommé approximativement 10 g de W.A.R.F. 42. L'autopsie et l'examen histologique des organes n'a révélé aucune lésion pathologique (Le W.A.R.F. 42 est un dérivé de l'hydroxycoumarine). J. G.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

GOFFART (A.). — **Gegenwartsfragen zur Bekämpfung der Kartoffelnematoden** (Questions d'actualité sur la lutte contre les Nematodes de la Pomme de terre). *Nachricht. biol. Zentralanst. Braunschweig*, 1, 56-56, 1949.

Revue des moyens chimiques de défense contre *Heterodera rostochensis*. Le D.D.T. et l'H.C.H. n'ont aucune efficacité. Les essais du thiophosphate de diéthyle et de parani-

trophényle ne sont pas encore concluants : ils montrent déjà que, pour avoir une action notable, il faudrait des doses très élevées et à peine acceptables au point de vue agricole.

La chloropicrine, employée aux Etats-Unis contre *Heterodera marioni* donne, sur la Pomme de terre, de bons résultats à la dose de 100 à 400 l par ha. Le dibrométhane n'agit bien qu'entre les températures de 10 à 20°. Le bromure de méthyle est intéressant, mais plus dangereux pour l'homme que les composés précédents. Il peut causer des dégâts aux tubercules. M. RAU.

DOGGER (J.R.), LILLY (J.H.). — **Seed treatment as a means of reducing wirewom damage to corn** (Le traitement des semences en vue de réduire les dégâts des Taupins sur Maïs). *J. econ. entom.*, 42, 663-665, 1949.

L'isomère gamma de l'H.C.H., mélangé aux semences à des doses de 400 et 800 g par quintal, assure une importante destruction des larves de Taupins ; mais il peut causer des dégâts aux plantes dans certains cas. Les plus forts rendements correspondent à la dose de 400 g. M. RAU.

HUCKETT (H.). — **D.D.T. sprays and dusts for control of cabbage caterpillars** (Destruction des Chenilles de choux par pulvérisations et poudrages au D.D.T.). *Cornell agric. exper. Station*, B. 852, 31 p., Ithaca (New-York), 1949.

Ont été comparés les insecticides : D.D.T., D.D.D., Toxaphène (camphène chloré), Chlordane, Hexachlorocyclohexane à 10 p. cent d'isomère gamma, ester thiophosphorique, poudre de pyrèthre, poudre de Cubé (racines de *Lonchocarpus*), cévadille (graines de *Schoenocaulon*), poudre de *Ryania* (tiges et racines). On recommande finalement le D.D.T., puis le D.D.D. Pour les pulvérisations ajouter de la farine de soja. Pour les poudrages, par exemple, 4 ou 5 parties de D.D.T. ou D.D.D. pour 90 de talc et 5 de terre de diatomées.

22 références américaines de 1940 à 1947. P. LA.

CRAFTS (A.S.) et HARVEY (W.A.). — **Selective Weed Killer** (Herbicides sélectif). *Agric. exper. Station*, C. 157, 16 p., 7 fig., Berkeley (Californie), 1950.

Les auteurs indiquent, pour une vingtaine de plantes cultivées, les mauvaises herbes à détruire, les produits à choisir et leur usage : dinitro-ortho-crésylate, usage général ; cyanate de potasse sur les champs d'oignons contre les Moutardes, Radis, Orties, Bourse à pasteur ; huiles minérales, surtout en préemergence sur Carottes et Céleris contre les mêmes parasites plus Vulpin, Paturin ; dérivés du 2-4 D, usage général ; spécialement contre les graminées : isopropyl-N-phénylcarbamate, acide trichlorique, phényl-acétate de mercure.

Pour les pulvérisations par avion, on remplace l'eau par le dixième d'huile minérale en volume. P. LA.

PHYTOPHARMACIE

ZEUMER (H.). — **Normen für Pflantzenchutzmittel** (Normes pour les produits phytopharmaceutiques). *Nachricht. biol. Zentralants. Braunschweig*, 1, 107-112, 1949.

Dans beaucoup de cas, la valeur antiparasitaire d'une spécialité peut être prévue d'après ses caractères physiques et chimiques. La Mittelprufstelle, Station d'essais de produits de l'Institut biologique de Brunswick, a établi les normes physiques et chimiques auxquelles les spécialités antiparasitaires doivent répondre. Pour certains groupes, les méthodes d'essai sont également normalisées.

L'auteur donne le classement des groupes de produits qui peuvent être étudiés sur normes ; cette liste comprend tous les antiparasitaires classiques, à l'exclusion des composés de synthèse modernes. Les normes sont indiquées dans l'article pour les groupes suivants : soufre en suspension aqueuse, soufre mouillable, polysulfure de baryum, lessive sulfocalcique, soufre viticole pour poudrage, oxychlorures de cuivre pour pulvérisation et pour poudrage, extraits nicotinés. M. RAU.

GOTZ (B.). — **Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. XLIV. Zum luftspezifischen Gewicht der Gase von E. 605 und Hexachlorocyclohexane** (Méthodes pour l'essai des produits phytopharmaceutiques. XLIV. Poids spécifique des vapeurs de S.N.P. et d'H.C.H.). *Nachricht. biol. Zentralanst. Braunschweig*, 2, 21-22, 1950.

Des tubes de verre de 4 cm de diamètre et de 30 cm de long, placés verticalement, contiennent à mi-hauteur un papier filtre imprégné de l'insecticide. Au sommet et à la base de chaque tube, on dispose des anneaux de verre de même diamètre, de 3 cm de haut, fermés par deux rondelles de toile métallique. Des insectes (*Byctiscus betulæ*) sont placés dans ces boîtes de verre. Cet essai permet de voir que les vapeurs du S.N.P. se déplacent plus vite vers le haut que vers le bas ; c'est le contraire pour l'H.C.H. M. RAU.

YEOMANS (A.H.) et BALL (W.H.). — **Deposition of aerosol particles** (Dépôt des particules d'aérosol). *J. econ. entom.*, 42, 591-596, 1949.

L'étude du dépôt des particules d'aérosol a été faite au moyen de tests sur des

insectes disposés selon des surfaces horizontales ou verticales, et au moyen d'examens visuels facilités par l'addition de matières colorantes ; on a également procédé à des mesures de dimension des particules.

En air calme, les particules tombent verticalement. S'il existe des courants d'air, leur chute est déviée, mais elles se déposent cependant sur des surfaces horizontales ou sur des projections horizontales de surfaces quelconques. En ce qui concerne l'action insecticide, la dimension optimum des particules augmente avec la dimension de l'insecte. Elle est, pour les Moustiques, de 15 μ 8 contre 22 μ 4 pour les Mouches.

Au cours de dépôts sur disques de différentes matières, toile métallique, verre, papier filtre, feuillage, on a constaté que les plus petites particules ont tendance à se déposer à la face inférieure, et les grosses à la face supérieure. Les vitesses de chute sont de 2 à 16 m par heure ; elles sont conformes à la théorie. M. RAU.

MILLER (H.J.). — **Modifications of the slide-germination method of evaluating fungicides including the use of *Venturia inæqualis* and *Phytophthora infestans*** (Modifications de la méthode de germination sur lame pour l'essai des fongicides, en utilisant les spores de *V. inæqualis* et de *Ph. infestans*). *Phytopath.*, 39, 245-259, 1949.

La méthode déjà standardisée avec des spores de *Sclerotinia* et d'*Alternaria*, est rendue applicable aux conidies de la Tavelure du Pommier. La production maximum des conidies a lieu entre 9° et 21°. Le Mildiou de la Pomme de terre est également favorable pour ces essais.

Le jus d'orange employé comme support nutritif conduit à des D.L. 50 variables suivant les lots d'oranges. Les spores de *Sclerotinia fructicola*, en solution de glucose dans l'eau distillée sous verre, donnent des courbes dose-mortalité de faible pente et des D.L. 50 peu élevées et assez variables. M. RAU.

CAREY (Margaret M.), FREAR (D.E.H.) et DILLS (L.E.). — **Relation of chemical constitution of a serie of ester of picolinic acid to toxicity as insecticides** (Relation entre la constitution chimique d'une série d'esters de l'acide picolinique et leur toxicité envers les insectes). *J. econ. entom.*, 42, 799-801, 1949.

Les esters méthylique et éthylique de l'acide picolinique, ainsi que les esters en C_4, C_6, C_8, etc., jusque C_{18}, ont été essayés comme insecticides de contact sur *Aphis rumicis* et comme ovicides sur les œufs d'*Oncopeltus fasciatus*. Le maximum de toxicité correspond aux esters de C_4 à C_{10} : l'ester en C_6 est le plus actif comme ovicide. La phytotoxicité est géneralement parallèle à l'action insecticide. M. RAU.

METCALF (R.L.) et MARCH (R.B.). — **Studies of the mode of action of parathion and its derivatives and their toxicity to insects** (Études sur le mode d'action du S.N.P. et de ses dérivés et sur leur toxicité envers les insectes). *J. econ. entom.*, 42, 721-728, 1949.

La toxicité et le mode d'action du S.N.P. et de 32 composés voisins ont été étudiés par des applications de quantités connues de produits sur des femelles adultes de Mouches domestiques et sur des Abeilles butineuses, et par la mesure du pouvoir inhibiteur exercé sur la cholestérinase du cerveau de l'Abeille.

Le S.N.P. (Parathion) et son analogue oxygéné (Paraoxon) sont tous deux facilement absorbés par la cuticule de la Blatte américaine : leurs D.L.M. sont semblables, aussi bien en injection qu'en application externe. Le Paraoxon est plus toxique que le S.N.P. pour la Mouche et pour l'Abeille. Les études faites *in vivo* avec le S.N.P. montrent que les symptômes d'intoxication chez les Abeilles sont en corrélation avec une inhibition de la cholestérinase du cerveau, cette enzyme étant presque complètement inhibée au moment de la mort.

Le thiophosphate de diisopropyle et de paranitrophényle est inactif envers les Abeilles et n'inhibe pas la cholestérinase de leur cerveau. Il est, au contraire, toxique pour les Mouches et inhibe la cholestérinase.

En ce qui concerne la constitution chimique des esters phosphoriques, les résultats suivants ont été acquis : les produits contenant le groupe phosphoryle O = P sont plus actifs que ceux qui contiennent le groupe thiophosphoryle S = P. Les esters méthyliques et éthyliques sont plus actifs que leurs homologues supérieurs. Pour qu'il existe une forte toxicité, il est nécessaire qu'une fonction NO_2 soit fixée sur le noyau aromatique, le maximum d'activité correspondant au groupe paranitro. La toxicité est supprimée par l'introduction d'une fonction méthyle ou amine entre l'atome de P et le noyau aromatique. L'un des groupes éthyles du S.N.P. peut être remplacé par un groupe phényle sans diminution notable de l'activité, mais si l'on remplace les 2 éthyles par un groupement *bis* (diméthylamide), on détruit complètement la toxicité du composé envers la Mouche domestique, la Blatte et l'Abeille, ainsi que l'action sur la cholestérinase. M. RAU.

FERGUSON (W.C.) et KEARMS (C.W.). — **The metabolism of D.D.T., in the large milkweed bug** (Le métabolisme du D.D.T. chez *Oncopeltus fasciatus*). *J. econ. entom.*, 42, 810-817, 1949.

Du D.D.T. en solution acétonique ou en émulsion dans l'huile d'arachide est injecté à cet insecte ; la D.L. 50 est de 170 γ par g pour l'émulsion huileuse et de 60 γ par g

pour la solution acétonique. A la dose de 100 γ par g, en émulsion huileuse, l'insecte métabolise 34 p. cent du D.D.T. en 90 min ; en solution acétonique, il en métabolise 80 p. cent dans le même temps. L'huile d'arachide limite donc l'absorption du D.D.T. par les tissus. Dans le cas de la solution acétonique, on montre, en augmentant la dose, que le D.D.T. en excès inhibe le métabolisme. Il en résulte aussi que c'est le D.D.T. lui-même, plus que ses produits de décomposition, qui est responsable des phénomènes toxiques.

Si l'on injecte du D.D.T. dans des cadavres d'insectes tués par ébullition, on le retrouve presque intégralement. L'analyse des insectes vivants soumis à l'injection ne permet de retrouver ni le dichlorodiphényldichloréthylène, ni l'acide 2,2 *bis* (p. chlorophényl) acétique, ni le *pp'*. dichlorodiphénylméthane. La décomposition par le tissu vivant va au-delà de ces stades. M. RAU.

LANGE (W.H.), CARLSON (E.C.) et LEACH (L.D.). — **Seed treatment for wireworm control with particular reference to the use of Lindane** (Traitement des semences contre les Taupins, en particulier au moyen de l'isomère gamma de l'H.C.H.). *J. econ. entom.*, 42, 942-955, 1949.

L'isomère gamma de l'H.C.H. à plus de 98 p. cent de pureté, appelé « Lindane » aux Etats-Unis, est supérieur, dans les traitements des graines contre les Taupins, à l'H.C.H technique, au S.N.P., à l'aldrine, à la dieldrine, au D.D.T. et au chlordane, en ce qui concerne l'efficacité, l'action sur les semences et l'action sur les opérateurs. Au point de vue de la phytotoxicité, l'aldrine, la dieldrine et le S.N.P. demandent de nouveaux essais. On peut utiliser des poudres à 23 p. cent de γ H.C.H., à raison de 250 à 500 g par quintal. Un tel traitement détruit 70 à 95 p. cent des Taupins à proximité des semences, et 50 p. cent en moyenne dans tout le champ.

Les traitements liquides sont les plus commodes, en raison de la plus grande adhérence de la matière active, de leur meilleure répartition, de la plus grande inocuité envers les opérateurs et de la plus grande efficacité. La tolérance des graines varie beaucoup suivant les espèces ; certaines peuvent être attaquées par l'isomère γ, à des doses supérieures aux doses efficaces. Les espèces de Taupins ne sont pas toutes également sensibles au produit. L'isomère γ peut être mélangé avec des fongicides : organo-mercuriques, quinones, oxyde cuivreux. M. RAU.

SYLVESTER (E.S.). — **Aphid control experiment on potatœs in California, with special reference to the selective action of D.D.T. dusts** (Essai de lutte contre les Pucerons de la Pomme de terre en Californie, notamment par l'action sélective des poudres au D.D.T.). *J. econ. entom.*, 42, 766-769, 1949.

Contre *Myzus persicæ* et *Macrosiphum solanifolii* sur Pomme de terre, on a essayé : une poudre à 5 p. cent de D.D.T. dilué par du soufre, une poudre à 5 p. cent de D.D.T., contenant 2 p. cent d'huile lourde, et deux poudres à 1 et 2 p. cent de S.N.P. Les 4 produits sont efficaces contre le *Myzus*. Dans le cas du *Macrosiphum*, les 2 poudres au D.D.T. ont une action stimulante sur l'insecte ; cette action se produit plus tardivement avec la poudre huilée. Le D.D.T. n'est donc pas recommandé pour de tels traitements ; le S.N.P. est actif, aussi bien à 1 p. cent qu'à 2 p. cent. M. RAU.

HOFFMANN (C.H.) et LINDUSKA (J.P.). — **Some considerations of the biologival effects of D.D.T.** (Quelques considérations sur les effets biologiques du D.D.T.). *The Scientific Monthly*, vol. LXIX, nº 2, 104-114, 1949.

Les auteurs donnent une synthèse des expériences effectuées aux Etats-Unis et au Canada pour se rendre compte de la répercussion des traitements aux émulsions huileuses de D.D.T. sur la faune sauvage.

En ce qui concerne les Insectes, la dose de 1 livre de D.D.T. à l'acre, soit 1,2 kg à l'ha, provoque déjà chez de nombreuses espèces des réductions importantes de population ; à la dose de 2 livres, un plus grand nombre d'espèces sont atteintes mais dans un bref délai, les populations sont reconstituées à partir des survivants et des immigrants ; à la dose de 5 livres, 90 p. cent des Insectes terrestres sont détruits et l'équilibre entre eux et leurs prédateurs peut être perturbé. Pour les Serpents, les doses de D.D.T. supérieures à 4 livres par acre entraînent de la mortalité. Quant aux Oiseaux, les doses de 1 à 2 livres par acre ne provoquent pas d'accidents mais celle de 5 livres provoque une mortalité qui peut être considérable chez certaines espèces. Cette dose de 5 livres par acre est la dose critique pour les petits Mammifères étudiés. A l'égard de la faune aquatique, les traitements contre les Anophèles à la dose de 0,1 livre par acre sont presque inoffensifs. Les études faites sur les poissons ont montré que les émulsions huileuses de D.D.T. étaient nettement plus toxiques que les poudres.

Les conditions de température, d'époque de l'année, de limpidité des eaux, etc..., semblent pouvoir intervenir notablement dans l'effet du D.D.T. sur les poissons. En conclusion, l'auteur souhaite la poursuite des recherches en cours pour l'emploi à bon escient du D.D.T. J. G.

GINSBURG (J.M.), FILMER (R.S.), REED (J.P.) et PATERSON (A.R.). — **Recovery of parathion, D.D.T. and certain analogs of dichlorodiphenyl-dichloroéthane from treated crops** (Quantités de S.N.P., D.D.T. et substances analogues au D.D.D., retrouvées sur les cultures traitées). *J. econ. entom.*, 42, 602-611, 1949.

A la suite d'applications de poudres insecticides chlorées ou de S.N.P., on a retrouvé par analyse, sur les plantes récoltées, de 0 à 4 mg de composés chlorés par kg ; exceptionnellement, une teneur de 19 mg par kg de D.D.T. a été notée sur de la paille de maïs. Le S.N.P. se retrouve sur des tubercules de pommes de terre cultivées dans des sols qui en ont reçu 10 à 20 kg par ha, à condition que le dosage soit fait aussitôt la récolte. Sur les parties aériennes des plantes, il n'existe plus à la récolte que des traces insignifiantes de S.N.P.

M. RAU.

FURMAN (D.P.) et BANKOWSKI (R.A.). — **Absorption of benzene hexachloride in poultry** (Absorption de l'H.C.H. par les volailles). *J. econ. entom.*, 42, 980-982, 1949.

A la suite de traitement des perchoirs par l'H.C.H., dans les poulaillers, on a montré, par des micro-essais insecticides, que les volailles absorbent du produit qui passe dans leurs tissus. L'absorption existe avant qu'on puisse la déceler par le goût ou par l'odeur. Elle se produit aussi bien avec l'isomère γ pur qu'avec l'H.C.H. technique.

Quand la spécialité utilisée ne contient que 0,5 p. cent d'isomère γ, l'absorption ne peut être mise en évidence, sauf en très petite quantité dans la peau des Oiseaux. Avec des spécialités à 1,2 et 2,4 p. cent, l'H.C.H. se retrouve dans la peau, les muscles et le foie. En cas d'alimentation continue avec une proportion d'H.C.H., les tissus des Poulets perdent leur toxicité envers les Mouches au bout de 3 à 6 semaines. M. RAU.

GRIFFITHS Jr (J.T.) et STEARNS Jr (C.R.). — **The effects of airplane D.D.T. applications on citrus groves in Florida** (Effets des traitements aériens au D.D.T. sur les vergers de *Citrus* en Floride). *J. agric. res.*, 78, 471-476, 1949.

En 1947, d'importantes surfaces ont été traitées au D.D.T. par avion, contre les Moustiques, dans le comté de Brevard, Floride. L'effet du traitement a été observé sur les parasites et les prédateurs de la Cochenille rouge de l'Oranger, *Chrysomphalus aonidum.* Aucun dépôt de D.D.T. supérieur à 3 γ par cm² de feuillage n'a été reconnu et, à la fin de la saison, les populations de parasites et prédateurs étaient apparemment normales. La plus grande partie du D.D.T. déposé sur les plantes semble avoir été absorbée par les tissus des feuilles. La conclusion de cette étude est que les traitements opérés contre les Moustiques n'ont pas d'effets défavorables pour les orangeraies. M. RAU.

NELSON (K.E.), HEWITT (W.B.) et BREAK (R.A.). — **Arsenite spray injury to grapes canes through leaf scars** (Dégâts causés aux ceps de Vigne par les bouillies à l'arsénite, pénétrant par les cicatrices foliaires). *Phytopath.*, 39, 71-76, 1949.

On utilise en Californie les pulvérisations d'arsénite de soude en traitement fongicide pendant l'arrêt de végétation de la Vigne. La dose d'emploi correspond à 235 g d'As par hl. Ces traitements peuvent causer de graves dégâts au xylème de la vigne, au niveau des cicatrices foliaires. Le danger est beaucoup moindre, si l'on ne traite que le tronc et les grosses ramifications des Vignes. Cette étude a montré que l'arsénite pénètre dans le xylème par les vaisseaux de la feuille et que la nécrose s'étend à 10 cm au-dessous du point d'insertion de la feuille. Au-dessus de ce point, elle gagne le bourgeon, qui est détruit.

M. RAU.

HODGSON (R.), PETERSON (W.H.) et RIKER (A.J.). — **The toxicity of polysaccharides and other large molecules to tomato cuttings** (Toxicité de polysaccharides et d'autres composés à grosses molécules envers les boutures de Tomate). *Phytopath.*, 39, 47-62, 1949.

En solution aqueuse à des concentrations de 0,1 à 0,4 p. cent, divers polysaccharides provoquent le flétrissement des boutures de Tomate. Il en est de même pour des glycols polyéthyléniques et pour des alcools polyvinyliques dont les poids moléculaires vont de 11 500 à 52 000. Cette action n'est pas liée à une fonction chimique quelconque ; elle est proportionnelle au poids moléculaire. Les grosses molécules semblent agir en empêchant la transpiration. Il est possible qu'elles s'accumulent dans les vaisseaux et les bloquent.

M. RAU.

D'AGUILAR (J.). — **Remarques sur l'action de l'H.C.H. sur diverses variétés de Pommes de terre et de Pois**. *Rev. path. veg. et entom. agr.*, 28, 163-168, 1949.

Au cours d'essais faits en Bretagne, l'H.C.H. incorporé au sol à des doses de 10 et 20 kg de produit technique par ha a montré une action nette sur la végétation : il joue un rôle activant pour le Pois et dépressif pour la Pomme de terre. Dans ce dernier cas, l'action peut devenir indifférente ou favorable, quand l'application a été faite à l'automne. Il est possible que l'H.C.H. subisse une transformation chimique dans le sol au bout de quelques mois. Peut-être agit-il en premier lieu sur la microflore du sol. M. RAU.

SMITH (C.F.), JONES (J.D.) et RIGNEY (J.A.). — **Effect of insecticides on the flavor of peaches** (Effet des insecticides sur la saveur des pêches). *J. econ. entom.*, 42, 618-623, 1949.

L'H.C.H. communique son odeur aux pêches, fraîches ou en conserve, à moins que l'application n'ait lieu à la chute des pétales. L'action du chlordane et du S.N.P. est variable. Dans un cas, l'H.C.H. a donné un plus mauvais goût que le S.N.P. Mais si l'on

étudie les résultats par la méthode statistique, on ne trouve pas de différence significative à ce point de vue entre l'arséniate de plomb, le chlordane et le S.N.P. M. RAU.

BAILEY (J.S.), ESSELEN (W.B.) et WHEALER (E.H.). — **Off-flavers in peaches sprayed with benzene hexachloride** (Saveur des pêches traitées à l'H.C.H.). *J. econ. entom.*, 42, 774-776, 1949.

De nombreuses variétés de pêchers portant des fruits ont été traitées 3 fois à l'H.C.H. contre le Charançon des prunes *Conotrachelus nenuphar* ; la bouillie contenait 7 g d'isomère γ par hl. Les pêches ont été cueillies à maturité. A ce moment, elles ne présentaient d'odeur d'H.C.H. dans aucune variété. Il en a été de même pour les fruits conservés par le froid. Par contre, les pêches conservées en boîtes métalliques sentaient l'H.C.H. pour près de 90 p. cent des variétés. M. RAU.

TABLES DES MATIÈRES*

I. — MÉMOIRES ORIGINAUX

II. — NOTES PHYTOSANITAIRES

III. — MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUE

IV. — DOCUMENTATION

1. Pathologie végétale.

(*) Les pages numérotées en chiffres romains viennent à la suite de la page 204.

2. Zoologie agricole.

3. Traitements chimiques.

4. Phytopharmacie.

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux)

WOODRUFF (N.) et TURNER (N.), 412.

2e Année. — No 1 Janvier-Février-Mars 1951

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

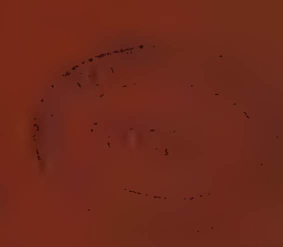
ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE







ÉDITEUR
92, rue Bonaparte, PARIS-VIe

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	2.700	3.300	550
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	350	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.000	2.400	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.400	1.700	450
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	200	250	—

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (6e), Tél. : DAN 99-15. C.C.P. Paris 75-45.
SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION : 7, rue Keppler, Paris (16e). Téléphone : KLEber 23-04.

PRINCIPALES PUBLICATIONS
DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

◆

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus).

1° AGRONOMIE :

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. Hénin, Paris 1938 .... **300 F**

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par Demolon et Bastisse, Paris 1942 .... **350 F**

Vient de paraître :

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5 de 1950 des Annales agronomiques, complété par une préface de M. Boischot) .... **250 F**

2° AMÉLIORATION DES PLANTES :

Le Soja : Caractères, classification des variétés par Schad, Mayer et Hugues, Paris 1947 .... **900 F**

Monographie des principales variétés de pêchers, par Souty et Caillavet, Bordeaux 1950 .... **3.450 F**

3° PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par Raucourt et Begue, Paris 1942 .... **400 F**

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par Giban, Paris 1947. **100 F**

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par Nepveu et Vasseur, Paris 1948 .... **75 F**

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par Lepigre, Alger 1949 .... **2.600 F**

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e liste .... **150 F**
3e liste .... **100 F**

4° COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES :

Vient de paraître :

Série B (Amélioration des plantes) : La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux .... **550 F**

Sous presse :

Série C (Épiphyties) : La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs .... Pour paraître prochainement.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION.

(Envoi sur simple demande accompagnée de **100 F** pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international :

Rapport annuel 1948 (Paris 1949)
— — **1949 (Paris 1950)**

III. — OUVRAGES EN PRÉPARATION.

Pour paraître prochainement :

Jonard : Monographie des principales variétés de blés cultivées en France.

TABLE DES MATIÈRES

PARIS. — IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 1018-2-51.

2e Année. — No 2 Avril-Mai-Juin 1951

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE





ÉDITEUR
92, rue Bonaparte, PARIS-VI

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

Directeur : R. BRACONNIER

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	2.700	3.300	550
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	350	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.000	2.400	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.400	1.700	450
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	200	250	—

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

ADMINISTRATION : 92, rue Bonaparte, Paris (6e), Tél. : DAN 99-15. C.C.P. Paris 75-45.
SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION : 7, rue Keppler, Paris (16e). Téléphone : KLEber 23-04.

PRINCIPALES PUBLICATIONS
DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

◆

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus).

1° AGRONOMIE :

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. HÉNIN, Paris 1938 .... **300 F**

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par DEMOLON et BASTISSE, Paris 1942 .... **350 F**

Vient de paraître :

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5 de 1950 des Annales agronomiques, complété par une préface de M. BOISCHOT) .... **250 F**

2° AMÉLIORATION DES PLANTES :

Le Soja : Caractères, classification des variétés par SCHAD, MAYER et HUGUES, Paris 1947 .... **900 F**

Monographie des principales variétés de pêchers, par SOUTY et CAILLAVET, Bordeaux 1950 .... **3.450 F**

3° PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par RAUCOURT et BEGUE, Paris 1942 .... **400 F**

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par GIBAN, Paris 1947. **100 F**

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par NEPVEU et VASSEUR, Paris 1948 .... **75 F**

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par LEPIGRE, Alger 1949 .... **2.600 F**

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e liste .... **150 F**
3e liste .... **100 F**

4° COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES :

Vient de paraître :

Série B (Amélioration des plantes) : La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux .... **550 F**

Sous presse :

Série C (Épiphyties) : La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs ....

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION.

(Envoi sur simple demande accompagnée de **100 F** pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international :
Rapport annuel 1948 (Paris 1949)
— — 1949 (Paris 1950)

III. — OUVRAGES EN PRÉPARATION.

Pour paraître en Décembre :

JONARD : Monographie des principales variétés de blés cultivées en France.

TABLE DES MATIÈRES

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 2599-10-51.

2e Année. — Nos 3-4 Juillet-Décembre 1951

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE — ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE





ÉDITEUR
92, rue Bonaparte, PARIS-VI

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.

AVIS IMPORTANT AUX ABONNÉS

Pour des raisons administratives et techniques, l'Institut National de la Recherche agronomique va reprendre, à partir de 1952, l'Administration des Annales que la Librairie DUNOD assurait sans défaillance, malgré des circonstances parfois extrêmement difficiles depuis 1930 en ce qui concerne les Annales agronomiques.

En avisant les abonnés de ce changement, l'Institut tenait à rendre hommage à la Maison DUNOD, avec laquelle il entend conserver ses bonnes relations.

C'est ainsi qu'à la suite d'une entente entre l'Institut et la S.A.R.L. DUNOD, celle-ci continuera comme par le passé, à servir leur abonnement aux anciens abonnés. Afin d'éviter tout retard dans les livraisons, MM. les anciens abonnés voudront bien faire parvenir le montant de leurs abonnements à la S.A.R.L. DUNOD, 92, rue Bonaparte (C.C.P. PARIS 75-45), à l'exclusion de tout autre destinataire.

Seuls, les nouveaux abonnements pourront être souscrits, soit auprès de la Librairie DUNOD ou de toute autre librairie, soit directement auprès du Régisseur de Recettes des Publications de l'Institut National de la Recherche agronomique.

(Voir page 3 de la couverture les nouvelles conditions d'abonnement.)

ANNALES de
l'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ADMINISTRATION
et SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

C.C.P. Paris 9064-43

TARIF DES ABONNEMENTS

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus à la Librairie DUNOD et chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut, 7, rue Keppler.

PUBLICATIONS RÉCENTES DE L'INSTITUT

Monographie des principales variétés de Pêchers, par Souty et Caillavet (Bordeaux 1950) .... 3.450 fr.

La culture du Maïs hybride en France (Collection des actualités agronomiques) Paris 1951 .... 550 fr.

VIENT DE PARAITRE :

Les Blés tendres *(Triticum Vulgare Vill)* cultivés en France, par Jonard 1.600 fr.

N. B. — *Les abonnements et commandes d'ouvrages et les fonds correspondants, doivent être adressés à M. le Régisseur des Publications de l'Institut, 7, rue Keppler. C.C.P. Paris 9064-43.*

TABLE DES MATIÈRES

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS. — 3108-12-51.